

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Hornicko-geologická fakulta

Institut environmentálního inženýrství

**VODNÍ STAVBY V HLAVNÍCH TOCÍCH POVODÍ ODRY. SOUČASNOST A
PERSPEKTIVA VE VZTAHU K ŽIVOTNÍMU PROSTŘEDÍ**

diplomová práce

Autor:

Bc. Petr Bláha

Vedoucí diplomové práce:

doc. RNDr. Bohumír Lojkásek, CSc.

Ostrava 2009

Prohlášení

- Celou diplomovou práci včetně příloh jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB - TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB - TUO.
- Rovněž souhlasím s tím, že kompletní text bakalářské práce bude publikován v materiálech zajišťujících propagaci VŠB - TUO, vč. příloh časopisů, sborníků z konferencí, seminářů apod. Publikování textu práce bude provedeno v omezeném rozlišení, které bude vhodné pouze pro čtení a neumožní tedy případnou transformaci textu a dalších součástí práce do podoby potřebné pro jejich další elektronické zpracování.
- Bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě

.....

Petr Bláha

Petr Bláha

A. Gavlas 40/18

Ostrava - Dubina

*Rád bych poděkoval panu doc. RNDr. Bohumíru Lojkáskovi, CSc. za poskytnutí
podkladů a cenných rad při zpracovávání této diplomové práce.*

ANOTACE

Předložená diplomová práce hodnotí aktuální stav hlavních vodních toků úmoří Baltského moře na území severní Moravy a Slezska ve vztahu k jejich původní ekologické funkci biokoridoru. Ve studii jsou popsány základní fyzickogeografické charakteristiky řeky Odry a jejích přítoků Opavy, Ostravice a Olše. V práci je uveden přehled nejvýznamnějších příčných objektů, které se podílejí na fragmentaci vodního prostředí v uvedených vodotečích a zásadním způsobem ovlivňují jejich migrační prostupnost pro vodní obratlovce. Zpracován je rovněž přehled malých vodních elektráren, které jsou přímo vázány na vzdouvací objekty v hlavních vodních tocích povodí Odry. Jsou specifikovány nároky protiproudě migrujících ryb při překonávání bariér a popsány obecně přijatelné způsoby ochrany vodních obratlovců při jejich poproudové migraci profilem vodních elektráren. V práci je naznačena perspektiva obnovy říčního kontinua v zájmové oblasti v kontextu s Akčním plánem Agentury ochrany přírody a krajiny České republiky a Plánem oblasti povodí Odry na následující období.

Klíčová slova

Povodí Odry, biokoridor, příčné objekty, malá vodní elektrárna, ichtyocenóza, migrační prostupnost, rybí přechod, obnova říčního kontinua.

SUMMARY

The present thesis evaluates the current status of the main watercourses redeemed the Baltic Sea on the territory of northern Moravia and Silesia in relation to their original ecological function of bio-corridor. In the study described physical - geographic basic characteristics of the river Odra and its tributaries Opava, Ostravice and Olše. The thesis gives an overview of the main objects of transverse (weir, catchment instance, small water power station), which are involved in the fragmentation of the aquatic environment in the water and significantly affect the migration of the permeability for aquatic vertebrates. Processing is also an overview of small hydroelectric plants, which are directly linked to surge places in the main waterways Odra river basin. Specified claims in againts stream of migrant fish in overcoming barriers and described generally acceptable means of protection of aquatic vertebrates during their after stream migration profile of I water power station. The thesis is foreseen the prospect of renewal the river continuum in the area of interest in the context of the Action Plan the Agency to protect nature and the landscape plan the Czech Republic and the Odra river basin for the next period.

Keywords

Odra river basin, bio-corridor, transverse objects, small water power station, ichtocenosis, migration permeability, fish move, renewal of the river continuum.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK	4
1. ÚVOD A CÍL PRÁCE	5
2. PŘEHLED INFORMACÍ O STAVU ŘEŠENÉ	7
PROBLEMATIKY.....	7
2.1 Příčné objekty na vodních tocích a jejich vliv na ŽP	7
2.1.1 Spádové a vzdouvací objekty.....	7
2.2.2 Malé vodní elektrárny	8
2.2 Význam migrací pro ryby a další vodní organismy.....	11
2.3 Zprůchodňování vodních toků.....	12
2.4 Ochrana ryb při jejich poproudové migraci profilem MVE	13
2.4.1 Mechanické rybí zábrany.....	14
2.4.2 Elektronické zábrany a plašiče ryb	16
2.4.3 Kombinované elektromechanické zábrany	17
2.4.4 Světelné zábrany k plašení ryb	17
2.4.5 Pneumatické zábrany a plašení ryb	17
2.5 Konkrétní studie k řešení problematice v povodí Odry	18
3. POPIS STUDOVANÉHO ÚZEMÍ.....	20
3.1 Geologické a geomorfologické poměry	21
3.2 Klimatické poměry.....	22
3.3 Hydrografické a hydrologické poměry	24
3.4 Charakteristika vodních toků.....	28
3.4.1 Odra	28
3.4.2 Ostravice	28
3.4.3 Opava.....	29
3.4.4 Olše.....	30
4. ICHTYOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA VODNÍCH TOKŮ	32
4.1 Odra č.h.p. 2-01-01-028.....	32
4.2 Ostravice č.h.p. 2-03-01-007.....	34
4.3 Olše č.h.p. 2-03-03-001	37
4.4 Opava č.h.p. 2-02-01-118	39
5. METODIKA.....	41

6. VÝSLEDKY	43
6.1 Seznam malých vodních elektráren v povodí Odry	43
6.2 Seznam spádových a vzdouvacích objektů	44
6.3 Návrh zprostupnění příčných objektů.....	46
6.4 Perspektiva obnovy říčního kontinua v povodí Odry	52
7. DISKUZE	58
8. ZÁVĚR	60
9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ELEKTRONICKÝCH ZDROJŮ	62
10. SEZNAMY	65
10.1 Seznam tabulek	65
10.2 Seznam obrázků	65
10.3 Seznam příloh.....	65

SEZNAM ZKRATEK

AOPK	–	Agentura ochrany přírody a krajiny
MVE	–	malá vodní elektrárna
MŽP	–	Ministerstvo životního prostředí
Pod	–	Povodí Odry, s.p.
TNV	–	technická norma vodního hospodářství
VN	–	vodní nádrž

1. ÚVOD A CÍL PRÁCE

Vodní toky České republiky jsou součástí tří evropských úmoří. Řeka Odra odvádí vody do Baltského moře. V minulosti se jednalo o vodní tok s přirozeně velkým bohatstvím vodních živočichů, jehož součástí na území severní Moravy a Slezska byl i losos atlantský. Ten se po více než 700 km dlouhých migracích úspěšně rozmnožoval v řekách Olši, Moravici, Odře, Opavě i Ostravici. Jeho migrace do vod na našem území skončily v 19. století v důsledku výstavby pro něj nepřekonatelných příčných objektů na území dnešního Polska i České republiky. Zásahy člověka do vodních toků měly kromě svých opodstatněných příčin a významných pozitivních dopadů i negativní důsledky. Vodní toky ztratily jednu ze svých prioritních ekologických funkcí, funkci přirozené tahové cesty, která umožňovala vodním organismům podle potřeby migrovat tak, aby uspokojovaly své biologické potřeby. Ovlivňováním přirozeného vodního režimu docházelo k narušování stability krajiny. V navazujícím období 20. století pokračovaly intenzivní technické úpravy, které závažně negativně ovlivnily říční biotopy, lužní ekosystémy a na ně navazující část krajiny.

V průběhu 20. století byly ve vodních tocích budovány další příčné i podélné objekty za účelem protipovodňových opatření a vodohospodářského využití, jako je zásobování obyvatelstva pitnou vodou, zásobování průmyslových podniků, zemědělství a výroba elektrické energie. Stavby byly po technické stránce téměř dokonalé, prohloubily však ztrátu přirozeného charakteru vodního prostředí. Stávající vzdouvací objekty tvoří ve většině případů nepřekonatelné překážky v migraci ryb a dalších vodních živočichů v protiproudém směru. Jelikož migrace jsou pro ryby základní životní potřebou, neprostupnost vodních toků izoluje malé populace, brání výměně genetických informací znemožňuje přirozenému udržování biodiverzity ichtyofauny. Z biologického hlediska je proto obnovení kontinuity vodního prostředí velmi významné.

Pro účelnou koordinaci zprůchodňování vodních toků v České republice byl vytvořen Akční plán výstavby rybích přechodů pro roky 2000 - 2010, který byl schválen ministerstvy životního prostředí a zemědělství v roce 2000. V souvislosti

se vstupem do Evropské unie je Česká republika povinna začlenit do svého právního rámce další legislativní opatření. K významným dokumentům náleží Směrnice Rady 78/659 ES o kvalitě sladkých vod, vyžadujících ochranu nebo zlepšení za účelem podpory života ryb a Směrnice 2000/60 ES ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky.

Jelikož zmíněná problematika je aktuálně řešena i v Povodí Odry, smyslem předložené práce je sumarizovat dosud známé informace a posoudit perspektivy řešení dané problematiky.

Dílčí cíle diplomové práce jsou uvedeny v následujícím přehledu.

1. Podat přehled nejvýznamnějších příčných objektů, které se podílejí na fragmentaci vodního prostředí hlavních toků povodí Odry a zásadním způsobem narušují migrační prostupnost této části hydrografické sítě České republiky.
2. Specifikovat nároky protiproudě migrujících ryb při překonávání migračních bariér a popsat obecně přijatelné způsoby ochrany vodních obratlovců při jejich poproudové migraci profilem vodních elektráren.
3. Formulovat obecně platné parametry pro obnovení migrační prostupnosti vodních toků v profilu příčných objektů.
4. V souladu s Akčním plánem MŽP ČR a Plánem oblasti povodí Odry posoudit perspektivu obnovy říčního kontinua v povodí Odry.

2. PŘEHLED INFORMACÍ O STAVU ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Stěžejním problémem v obnově ekologické funkce vodních toků nejen v povodí Odry, ale i v dalších tocích ČR a celé Evropy je zprůchodnění řek ve směru proti proudu. Pro rybí obsádku i další vodní živočichy je migrační prostupnost toku mimořádně významná. Příčné stavby, mezi něž patří především jezy a spádové objekty s výškou nad 0,5 m, tvoří naprostou většinu migračních bariér a rozdělují tok na řadu vzájemně izolovaných úseků, což vede ke ztrátě kontinuity vodního prostředí a k následné degeneraci biocenóz. Proto byl v rámci Evropy přijat a uzákoněn názor (Směrnice 2000/60 ES), že obnova vodního kontinua je významný úkol správců vodních toků říční sítě Evropy.

Pro objasnění šíře problematiky obnovy ekologických funkcí vodních toků jsou dále uvedeny informace, které konkretizují objekty s bariérovým efektem a přibližují vazby mezi vodními stavbami a biologickými aspekty této problematiky.

2.1 Příčné objekty na vodních tocích a jejich vliv na ŽP

Vodohospodářské objekty jsou využívány z několika hledisek, přičemž veškeré úpravy ve vodních tocích směřují k jejich vodohospodářskému využití. Klíčovou část vodohospodářské soustavy povodí Odry - vodní toky s údolními nádržemi a významnými jezy - provozuje podnik Povodí Odry s.p., jehož hlavním úkolem je hospodaření s vodou určenou pro zásobení obyvatelstva, průmyslu a zemědělství nebo ochrana území a osídlení před velkými vodami (Ženatý a kol., 1984).

2.1.1 Spádové a vzdouvací objekty

Důvodem pro vybudování jezu bývá malá hloubka vody v korytě vodního toku nebo velká rozkolísanost průtoků a tím i hladin v průběhu roku. Vybudování vzdouvacího zařízení jezu umožní dosáhnout především zvětšení hloubky vody nad jezem pro požadované odběry, zmírnění rychlosti proudění vody nad jezem

omezující vymílání dna a podemletí základu jezu, získání potřebného spádu pro energetické využití, zlepšení samočisticího účinku toku, zvýšení hladiny spodní vody v přilehlém území, ovlivnění životního prostředí a estetických hledisek zejména v městských aglomeracích (Čihák, Medřický, 2001).

Negativní vliv spádových stupňů, jezů a hrází vodních nádrží na ichtyofaunu se projevuje převážně ve dvou směrech. Za nejzávažnější vliv považujeme narušení kontinuity vodního prostředí pro ryby i většinu ostatních hydrobiontů. Důsledkem je přímé omezení migrací v obou směrech s dlouhodobým efektem oslabení reprodukce druhů, u nichž je úspěšnost rozmnožování vázána na dokončení biologického cyklu třecí migrace. Stupně a jezy znemožňují rovněž přirozenou obnovu místně poškozených populací migrací z méně narušených lokalit (Lojkásek, 2003).

Za další velmi negativní efekt výstavby spádových objektů v nížinných úsecích toků je nutné považovat změny podmínek v nadjezích. V jezových zdržích dochází k výraznému zvýšení hloubky, snížení unášecí schopnosti vody, zatížení dna jemnými sedimenty, což vše vede ke zhoršení podmínek pro původní říční prvky ichtyocenóz (Lojkásek, 2003).

2.2.2 Malé vodní elektrárny

Vodní energie, která je nejdéle využívanou formou energie v historii lidstva, je jedním z nevyčerpatelných zdrojů energie v přírodě. Vyskytuje se v mechanické, tepelné a chemické formě. Z hlediska technického využití má největší význam mechanická energie vodních toků, která je odvozena od energie sluneční (Bednář, 1989).

Vstup ČR do EU v roce 2004 vedl ke zvýšení řady aktivit navazujících kromě jiného i na směrnici Evropského parlamentu a Rady 2001/77/ES o podpoře výroby elektrické energie v obnovitelných zdrojích. K nejvýznamnějšímu zdroji patří v rámci obnovitelných energetických zdrojů v ČR bezesporu využití energie vodních toků (www.vodni-tepelne-elektrarny.cz).

Pojem malá vodní elektrárna (MVE) se postupem doby ustálil pro hydroenergetická díla s instalovaným výkonem $P < 10$ MW. Z výkonového hlediska se uvažuje rozčlenění do tří kategorií lišících se jak počtem lokalit, tak také investiční náročností a vazbou na veřejnou elektrizační soustavu (Bednář, 1984).

Kategorie výkonů $P = (5 \text{ až } 10)$ MW je realizovatelná na větších tocích při relativně vysokých investičních nákladech. Jde o díla celospolečenského významu. Jsou zpravidla napojena do veřejné elektrizační sítě vysokého napětí (Bednář, 1984).

Kategorie výkonů $P = (100 \text{ až } 500)$ kW je významná z hlediska počtu lokalit. Ve značné míře je představována staršími, rekonstruovanými a obnovovanými MVE. Jde o díla relativně nízkých investičních nákladů, jež jsou zpravidla rovněž napojena do veřejné elektrizační sítě vysokého napětí (Bednář, 1984).

Z hlediska počtu lokalit je nejčtenější kategorie výkonu $P < 100$ kW, pracujících do veřejných elektrizačních sítí vysokého i nízkého napětí. Díla do výkonu $P = (30 \text{ až } 50)$ kW mohou, podle charakteristik distribuční sítě, pracovat do sítě nízkého napětí. Investiční náklady následkem malých nároků na stavební práce jsou relativně nízké (Bednář, 1984).

Základním principem fungování vodních elektráren je voda přitékající přírodním kanálem, roztáčející turbínu, která je na společné hřídeli s generátorem elektrické energie. Dohromady tvoří tzv. turbogenerátor. Mechanická energie proudící vody se tak mění na základě elektromagnetické indukce (v otáčející se smyčce elektrického vodiče v magnetickém poli se indukuje střídavé elektrické napětí) na energii elektrickou, která se transformuje a odvádí do míst spotřeby (www.cez.cz).

Výběr turbíny závisí na účelu a podmínkách celého vodního díla (elektrárny včetně vodní nádrže, řečiště či jiného zařízení usměrňujícího proud vody). Nejčastěji se osazují turbíny reakčního typu (Francisova nebo Kaplanova turbína), a to v bohaté paletě modifikací. V podmínkách našich řek se nejčastěji používají

Kaplanovy turbíny s nastavitelnými lopatkami. Kaplanova turbína je v podstatě reakční přetlakový stroj, který dosahuje několikanásobně vyšší rychlosti než je rychlost proudění vody. Je vhodná pro velké množství vody a pro menší spády (www.cez.cz).

Pro vysoké spády (někdy až 500 m) se používá akční Peltonova turbína. Jedná se o rovnotlaký stroj, jehož obvodová rychlost otáčení je nižší než rychlost proudění. Voda vstupuje do turbíny pouze v některých částech jejího obvodu a nezahltí celý obvod - vodu na lopatky ve tvaru misek přivádějí trysky. V přečerpávacích vodních elektrárnách se používá reverzní Francisova turbína s přestavitelnými lopatkami, která při zpětném chodu funguje jako čerpadlo (www.cez.cz).

Malé vodní elektrárny představují nevyčerpatelný i ekonomicky výhodný zdroj energie. Za jeden z hlavních ekologických přínosů MVE lze označit skutečnost, že každá kilowatthodina v nich vyrobená ušetří přibližně 1,4 až 1,5 kg hnědého energetického uhlí v tepelné elektrárně. Vodní elektrárny v tom smyslu dnes ročně nahrazují asi 3 mil. tun hnědého energetického uhlí, přičemž toto množství by mohlo být při plném využití hydroenergetického potenciálu více než trojnásobné.

Pozitivní vlivy MVE

- Trvalý, obnovitelný zdroj energie.
- Neznečišťuje ovzduší.
- Neznečišťuje krajinu, povrchové ani podzemní vody.
- Netvoří odpad.
- Pohotový zdroj pružně reagující na změny zatížení v elektrizační soustavě.
- Nízké provozní náklady při dlouhé životnosti a vysokém počtu provozních hodin.
- Vysoký stupeň automatizace a bezobslužný provoz.

Možné negativní vlivy MVE

- Zvýšení erozivní činnosti toku.
- Změna průtokových poměrů.
- Změna režimu podzemní vody.
- Potencionální únik škodlivých látek např. mazadel.
- Ohrožení vodních živočichů chodem turbín.
- Změny druhového složení vodních organismů.
- Ovlivnění břehových porostů.
- Hlučnost provozu.
- Zábor pozemků a zásahy do území během výstavby.

(www.eazk.cz/energie-vody/cs).

2.2 Význam migrací pro ryby a další vodní organismy

Migrace jsou jedním ze základních životních projevů a potřeb ryb a některých dalších druhů vodních organismů. Některé druhy ryb obývajících naše vody putují během svého života mezi prostředím vnitrozemských vodních toků a biotopů a prostředím mořským. Pokud prožijí většinu života v mořích a do sladkých vod migrují za účelem rozmnožování, nazývají se tyto druhy anadromní. Kromě pstruha obecného (*Salmo salar*), jehož se po bezmála 50. letech podařilo vrátit do naší ichtyofauny díky repatriačnímu programu, a pstruha obecného formy mořské (*Salmo trutta m. trutta*) se v minulosti na našem území vyskytovaly i další druhy - mihule mořská (*Petromyzon marinus*), mihule říční (*Lampetra fluviatilis*), placka pomořanská (*Alosa alosa*). Obnovení jejich výskytu, podobně jako u dvou předchozích, je na území ČR vázáno na povodí Labe (Just a kol., 2005).

Opačný životní cyklus mají druhy katadromní, které se rozmnožují v moři a naopak většinu času života prožijí ve sladkých vodách. Do této skupiny patří úhoř říční (*Anguilla anguilla*) (Just a kol., 2005).

Skupina třetí, tzv. potadromní druhy, zahrnuje ryby podstupující v našich podmínkách lokální migrace o různé délce, která se může pohybovat v řádu stovek metrů až desítek kilometrů. Je zdaleka nejčetnější a patří do ní z původních druhů naší ichtyfauny pstruh obecný (*Salmo trutta*), parma obecná (*Barbus barbus*), podoustev říční (*Vimba vimba*), ostroretka stěhovavá (*Chondrostoma nasus*), ouklej obecná (*Alburnus alburnus*) a další druhy (Just a kol., 2005).

Migrace mohou mít různé důvody a příčiny. Třecí migrace souvisejí s vyhledáváním vhodného substrátu a fyzikálních a chemických vlastností vody pro uložení a vývoj jiker a pro úspěšné přežívání plůdku a následných juvenilních stádií potomstva. Dalším typem jsou potravní migrace, které jsou velmi úzce spojeny se sezónními. Při nich mění ryby stanoviště v průběhu roku z důvodu vyhledávání lepších potravních podmínek (Just a kol., 2005).

Kromě migrací, které lze chápat jako krátkodobý jev, je migrační prostupnost vodních toků také významná především pro méně početné druhy ryb, které jsou dnes často izolovány do mikropopulací neschopných samostatné dlouhodobé existence (Just a kol., 2005).

2.3 Zprůchodňování vodních toků

Stěžejním problémem je zprůchodnění toku ve směru proti proudu. Příčné stavby, které tvoří naprostou většinu migračních bariér, lze zprůchodnit pomocí rybích přechodů, tj. zařízením umožňujícím rybám proplout profilem překážky. Odstraňování příčných staveb je u nás zatím výjimečné. Někde mu brání objektivní okolnosti, v některých případech by však odstranění stupňů a jezů, které jsou technicky nefunkční a někdy rizikové i z hlediska provádění povodní, bylo přínosem. Pak by odpadly i náklady na údržbu těchto objektů (Just a kol., 2005).

Původně byly rybí přechody navrhovány pro lososovité ryby a teprve poté se ukázaly jako vhodné a potřebné i pro nároky dalších rybích druhů. Rybí přechody použitelné v podmínkách střední Evropy se dají rozdělit podle konstrukce na přírodě blízké (balvanité prahy, balvanité skluzy, zdrsňelé rybí rampy, obtokové kanály, tůňové rybí přechody), technické (komůrkový, Denillův

lamelový, štěrbínový, plavební komory a rybí výtahy) a kombinované s prvky obou předchozích skupin (Just a kol., 2005).

Funkční rybí přechod by měl splňovat dvě kritéria, a to průchodnost pro co nejvíce druhů a pro různé velikostní kategorie. Je třeba brát v úvahu, že různé druhy našich ryb nepreferují v toku stejná stanoviště, a tím pádem jejich schopnosti pro průchod rybím přechodem nejsou vždy shodné. Proto je žádoucí vytvořit v rybím přechodu variabilní podmínky, ze kterých si každý rybí druh bude schopen vybrat. Tomuto požadavku odpovídají především blízké typy rybích přechodů, podobné členitým přírodním korytům (Just a kol., 2005).

Schopnost překonávat překážky v toku mají jednotlivé rybí druhy různou. Odpovídá prostředí, ve kterém ryby žijí a kterému se během evoluce přizpůsobily. Překážky překonávají ryby v zásadě dvěma způsoby, a to proplutím nebo skokem. Je možné říci, že většina našich rybích druhů s výjimkou pstruha a lososa (větší jedinci pstruha potočního mohou zdolat výškový rozdíl až 1m, pro většiny pstruhů je však nepřekonatelný stupeň již o výšce 0,7 m) zdolává překážky především proplouváním. To je důležité si uvědomit při projektování a stavbě rybího přechodu. Schopnost proplout překážku závisí na plovacích schopnostech příslušného jedince a druhu (Just a kol. 2005).

2.4 Ochrana ryb při jejich poproudové migraci profilem MVE

Kapitola je věnována obecnému popisu zařízení k usměrnění poproudových migrací ryb a jiných obratlovců před vniknutím do profilu malých vodních elektráren. Byla zpracována na základě poznatků z metodiky Hartvicha a Dvořáka (2002). Tato metodika seznamuje se základními poznatky o zařízeních usměrňujících a chránících migrující ryby i další vodní živočichy před pronikáním do technologických odběrů vody z toků a nádrží.

Od rybí zábrany je požadováno zejména zamezit vniknutí ryb i ostatních živočichů do hydrotechnických objektů, dále usměrnit a odvést ryby mimo odběr vody k technologickému využití.

Zařízení, která jsou níže uvedená, výrazně snižují riziko poškození a úhynu ryb v turbinách MVE:

1. mechanické rybí zábrany,
2. elektronické zábrany a plašiče ryb,
3. kombinované elektromechanické zábrany,
4. světelné zábrany,
5. pneumatické zábrany a plašení ryb.

2.4.1 Mechanické rybí zábrany

Česlové stěny (brlení)

Česlovou stěnu tvoří jednotlivé česle z prutů, které jsou ke dnu koryta postaveny svisle, šikmo nebo vodorovně. Mezi nimi jsou mezery pro protékající vodu. Obvykle se buduje jen jedna česlová stěna ze železných prutů pásového tvaru, protože ostré okraje česlí zraňují ryby. Mezery o šířce 10 mm se požadují pro pstruhové pásmo a 20 mm pro ostatní rybí pásma. Česle se nemají vyrábět z pružných materiálů, které se pod větším tlakem vody prohnou, případně prasknou a umožní průchod rybám.

Ochranné filtry

Mezi nejjednodušší a zároveň nejúčinnější rybí zábrany patří filtry umístěné před odběrem vody. Do filtrů se jako substrát nejčastěji používá písek, štěrkopísek nebo štěrk. Dříve používané a velmi účinné byly štěrkové filtry instalované za dřevěným brlením. Pro ryby jsou tyto filtry neprostupné, a proto je jejich účinnost velmi vysoká.

Ploché sítě

Používané jsou rovněž zábrany ve formě různě uspořádaných plochých sítí, doplněných obtokem pro odvádění migrujících ryb. Nejvíce účinná bývá zábrana z nekonečného sítěného pásu s vynášecími žlábkami pro ryby. Pás je poháněn

elektromotorem stejně jako pumpa pro čerpání vody do obtokového žlabu, kterým se ryby splavují mimo technologický odběr vody. Zábranu lze instalovat i v úhlu 30° k hladině vody - zejména pro ochranu malých ryb a plůdku. Účinnost této zábrany převyšuje 70 %.

Ochranné sítěné bubny

Kruhové sítěné bubny jsou velmi progresivní rybí zábranou. Rychlost průtoku vody sítěným bubnem je závislá na hustotě použité síťoviny. Nebývá vyšší než $0,25 \text{ m.s}^{-1}$, a proto se využívá k ochraně rybího plůdku. Čištění je automatické v závislosti na průtoku vody sítěným bubnem a provádí se vodními tryskami.

Zábrana s kónickými sítěnými sekcemi

Tato zábrana je považována za nejúčinnější mechanickou zábranu vůbec. Válec s napnutými sítěmi odvádí hrubší nečistoty a ryby do obtokového kanálu. Výhodou je, že plůdek není traumatizován a zůstává plně životaschopný. Zábranu lze použít pouze pro odběry vody s kapacitou do $0,5 \text{ m.s}^{-1}$.

Oddělování ryb účinkem turbulence v potrubí

Nová metoda ochrany ryb před poškozením v turbinách je založena na využití turbulentního proudění vody v ohybu nasávacího potrubí. Ryby jsou unášeny proudem a vlivem odstředivé turbulence vody naváděny do bočního obtoku umístěného na nárazové straně ohybu. Pro zvýšení účinnosti zábrany se v ohybu umísťují podélné naváděče.

Naváděcí valy

Betonové valy jsou instalovány v příčném profilu koryta šikmo na dně 10 - 15 m před odběrem vody do vodní elektrárny. Výška valu je přibližně 100 cm. Ryby migrující při dně jsou směrovány k jedné straně, odkud jsou naváděny do bočního obtoku. Pro zvýšení účinnosti lze do horní části valu zapustit navíc pružné, 100 cm vysoké tyče bílé barvy. Migrující ryby jsou lépe směrovány ke dnu a podél valu proplouvají do obtoku nebo zcela odbočí do koryta toku.

Gerhardův přesmyk

Jedná se o kombinace zábrany a obtoku k ochraně poproudově migrujících ryb (zvláště úhořů) před průchodem turbinami vodních elektráren. Přesmyk se skládá ze dvou proti sobě šikmo postavených žlabů spojených nad turbinou. Prvním žlabem se sklonem 22,5° plavou ryby ode dna k hladině a přeplavou do druhého žlabu o sklonu 45°, z něhož se skluzem dostávají do odtoku vody pod turbinou.

2.4.2 Elektronické zábrany a plašiče ryb

Standardní provedení elektronického zařízení pro plašení ryb se skládá z těchto částí: zdroj energie, transformátor, přístroj řídící impulsy, hlavní elektrody, protielektródy. Elektrody jsou nejdůležitější součástí elektrického plašiče ryb. Formu a uspořádání elektrod je nutné vždy přizpůsobit umístění stavby k přívodu a vodivosti vody, podloží, rychlosti proudění vody a druhům i velikostem ryb, které mají být plašeny.

ELZA 2 – elektronická zábrana pro MVE

Elektronická zábrana ELZA 2 slouží k omezení migrace ryb do prostoru, kde je jejich výskyt nežádoucí. Zařízení je napájeno ze zdroje nízkého napětí (12 V). Nízké napětí je měničem zvyšováno a posléze tvarováno do velmi krátkých, jehlovitých pulsů. Její účinnost pro migrující ryby proti proudu je cca 40 % a pro ryby po proudu 70 %.

ERZU – 1 elektronická zábrana pro vodní toky

Jednořadá elektronická zábrana je charakterizována plynulým snižováním napětí s přibývajícím vzdáleností od elektrod. Konstrukce zábrany vychází z nejmenší délky ryb, které mají být plašeny a podle toho je nutné upravit intenzitu napětí ochranného pole. Minimální délka ryb je 35 - 40 mm. Větší ryby, jsou vyplašeny dříve, než se přiblíží k elektrodám, a proto nejsou poškozovány.

Zařízení se doporučuje při max. rychlosti proudění vody 25 cm.s^{-1} . Jedná se o velmi účinné zařízení, které má až 100 % plašící účinek na ryby migrující proti proudu na nejvhodnějších říčních úsecích vodního toku.

2.4.3 Kombinované elektromechanické zábrany

Usměrňovací zařízení je tvořeno kombinací elektronické zábrany s mechanickým usměrňovačem. Před vtokem do turbíny se ryba dostane nade dnem do šikmých půlvan vysokých 800 mm, ve kterých dochází ke zvržení vody a tím je nasměrována do sběrné roury, která vede okolo turbíny. Asi 0,5 až 1 m jsou nad půlvanami instalovány elektrody spojené s elektrickým plašícím zařízením pro ryby, které by chtěly plavat přes půlvany. Ryby jsou zaplašeny zpět ke dnu a tím se vrací do zvržené vody.

2.4.4 Světelné zábrany k plašení ryb

Elektrická světla jsou umístěná na kovovém rámu, která mohou svítit nepřetržitě nebo přerušovaně s regulovatelným počtem impulsů pro zvýšení jejich účinnosti. Ryby se u světelné zábrany zastaví, nasměrují do zastíněného obtoku a migrují tak dál po proudu. U světelné zábrany je nutné vybudovat obtok, kterým se ryby odvedou mimo prostor turbíny. Bez funkčního obtoku ztrácí zábrana účinnost a ryby migrují přes turbíny, kde jsou decimovány. U funkčních zábran se snižují škody na úhořích až o 60 %. Obecně jsou světelné zábrany považovány za méně účinný způsob ochrany ryb.

2.4.5 Pneumatické zábrany a plašení ryb

Pneumatické zábrany jsou založeny na vypouštění vzduchových bublinek, které ryby odhání. Mají poměrně vysokou účinnost, která může v ideálních případech dosáhnout až 80 %. Vyznačují se obrovskou energetickou náročností. Účinnost se výrazně snižuje s nízkým obsahem rozpuštěného kyslíku, protože ryby migrují do blízkosti pneumatických zábran, kde nacházejí dostatečně prokysličenou vodu a tím se zvyšuje možnost průchodu ryb zábranou.

Bublinové stěny

Drobné bublinky vzduchu jsou vypouštěny ode dna a tvoří zábranu. Migrující ryby před stěnou zpomalí, zastaví a jsou vynášeny s bublinkami vzduchu vertikálním prouděním vody k hladině. Vynesené ryby jsou pod hladinou nasměrovány do obtoku a odváděny mimo technologický odběr vody.

Vzduchové trysky

Metoda je založená na intenzivním vhánění vzduchu do vody tlakovými tryskami. Vzniká opačné proudění před odběrem technologické vody, které ryby odhání. Vhodné je vypouštět vzduchové bublinky o průměru 2 - 3 mm. Účinnost může být až 80 %.

2.5 Konkrétní studie k řešení problematice v povodí Odry

K dané problematice v povodí Odry na území severní Moravy a Slezska v minulosti vzniklo několik sumarizujících studií, které obecně posuzovaly stav vybraných vodních toků z hlediska jejich migrační prostupnosti pro ryby. Tomaňová (2001) sledovala řeku Odru a prvně vyvodila, že příčinou nevyváženosti rybího společenstva řeky Odry je s největší pravděpodobností právě narušení říčního kontinua příčnými stavbami, hlavně spádovými stupni a jezy, které tvoří ve většině případů absolutní migrační bariéru pro všechny druhy ryb v protiproudním směru.

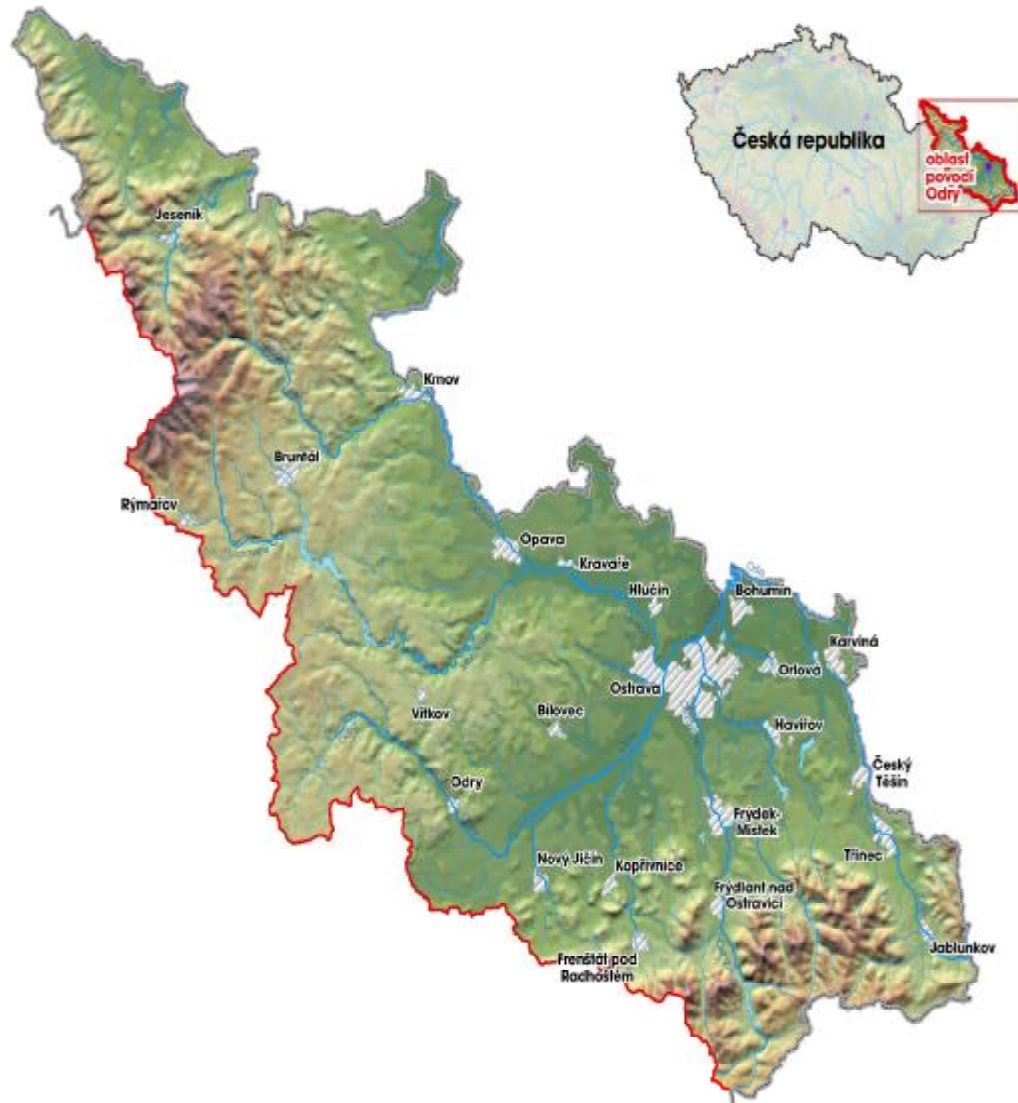
Matýsková (2001) se ve své práci zabývala podobnou tematikou na řece Ostravici a zjistila, že vodní prostředí toku Ostravice plní funkci biokoridoru jen velmi omezeně. Zajímavým zjištěním je skutečnost, že řeka Ostravice má i při silném a dlouhodobém antropogenním zatížení poměrně pestré rybí společenstvo v porovnání s jinými toky říčního systému povodí Odry.

První komplexní pohled na danou problematiku v povodí Odry uvedl Lojkásek (2003). Ve své studii navrhl kategorizaci vodních toků ve vztahu k prioritám obnovy říčního kontinua v daném hydrografickém celku České republiky.

Divišová (2004) ve své práci o řece Opavě došla k podobným závěrům v souvislosti s negativním dopadem existence příčných objektů jako na stav rybí obsádky. Z její práce rovněž vyplývá, že řeka Opava neplní v mnoha úsecích svou základní ekologickou funkci biokoridoru.

3. POPIS STUDOVANÉHO ÚZEMÍ

V této kapitole jsou popsány základní fyzickogeografické charakteristiky hlavních toků (Odra, Ostravice, Opava a Olše) ve sledovaném území povodí Odry.



Obr. 1: Oblast povodí Odry (převzato z: www.pod.cz)

3.1 Geologické a geomorfologické poměry

Území povodí Odry je morfologicky a orograficky tvořeno dvěma rozdílnými geologickými celky, jejichž vzájemná odlišnost má zásadní vliv na řadu skutečností, mezi něž z vodohospodářského hlediska patří zejména hydrologické poměry a charakteristika říční sítě. Severozápadní část povodí až po hlavní linii nivy Odry mezi Jeseníkem nad Odrou a Bohumínem geologicky patří k soustavě Českého masívu, jihovýchodní část pak k soustavě Karpat (Brosch, 2005).

Severozápadní, jesenická část povodí Odry, patřící k soustavě Českého masívu, je geologicky starší než sousedící beskydská oblast. Její základní obrysy se začaly utvářet v prvohorách, kdy sedimenty ukládané v mohutné sníženině byly zasaženy rozsáhlou horotvornou činností v období variského vrásnění. Reliéf byl postupně dotvářen horotvornými pochody alpského vrásnění v třetihorách, a to především ve formě kerných posunů a částečně i vulkanickou činností (Brosch, 2005).

Beskydská jihovýchodní část povodí Odry byla utvářena geologicky mladšími hornotvornými procesy. Sedimenty, které zde byly původně ukládány, byly zvrásněny uprostřed třetihor mocnými hornotvornými tlaky. V důsledku vrásnění došlo v jeho okrajových částech k nasunutí několika příkrovů tzv. flyšových hornin, čímž byl vytvořen základ struktury Beskyd (Brosch, 2005).

Velmi důležitým geomorfologickým činitelem nižších poloh povodí Odry v pleistocénu byl pevninský ledovec, který dvakrát postoupil k našim hranicím v období elsterského a sálského zalednění. Jeho činnost se tak výrazně projevila na dotvoření dolní Ostravské pánve povodí v její dnešní tvar. Zároveň došlo k částečnému obnažení karbonského souvrství, jehož úhlonosná část vytváří výrazný hřbet ostravsko - karvinský, který byl a je doposud předmětem exploatace černého uhlí (Brosch, 2005).

Rozdílnost členitosti mezi jesenickou a beskydskou částí povodí se odráží na podélném sklonu toků, pod nímž z obou oblastí odtékají. Jejich pramenné oblasti se nacházejí přibližně ve stejné výšce a délka dráhy odtoku do recipientu

je z jesenické strany dvojnásobná než ze strany beskydské. To znamená, že sklon beskydských toků je zhruba dvojnásobný proti tokům jesenickým. Tato skutečnost se projevuje na říční síti ničivými účinky při odtoku velkých vod, kdy podstatně kratší beskydské přítoky jsou trvalým zdrojem vodohospodářských problémů (Brosch, 2005).

3.2 Klimatické poměry

Podnebí povodí Odry náleží svou polohou k mírnému klimatickému pásmu - k přechodné oblasti mezi oceánským a kontinentálním typem podnebí. Pro tuto oblast je charakteristická značná proměnlivost počasí, která je způsobená všeobecným charakterem vzdušné cirkulace nad střední Evropou a navíc je zdůrazněna relativně členitým georeliéfem. Z hlavních typů reliéfu se zde nachází akumulární roviny, pahorkatiny, vrchoviny i hornatiny. Proto i na území malého plošného rozsahu lze vyčlenit oblasti s odlišnými klimatickými podmínkami (Kříž, 2004).

Podle klimatografických členění ČR (Quitt, 1971) lze území povodí Odry zařadit do oblasti chladné (CH) a mírně teplé (MT). K chladným oblastem náleží oblast CH4, CH6 a CH7 - nachází se především ve vrchovinách a hornatinách Krkonošsko - jesenické soustavy a Vnějších Západních Karpat, mírně teplé oblasti MT2, MT3, MT7, a MT10 zaujímají ostatní území. Charakteristiky chladných a mírně teplých klimatických oblastí jsou uvedeny v Tab. 1 (Kříž, 2004).

Tab. 1: Charakteristika klimatických oblastí (podle Quitta, 1971)

Chladné oblasti	Léto	Zima	Přechodná období
CH4	velmi krátké, chladné a vlhké	velmi dlouhá, velmi chladná, vlhká, velmi dlouhé trvání sněhové pokrývky	Velmi dlouhá, chladné jaro, mírně chladný podzim
CH7	velmi krátké až krátké, mírně chladné, vlhké	dlouhá mírná, mírně vlhká, dlouhé trvání sněhové pokrývky	dlouhá, mírně chladné jaro, mírný podzim
Mírně teplé oblasti	Léto	Zima	Přechodná období
MT2	krátké, mírné až mírně chladné, mírně vlhké	normálně dlouhá, mírné teploty, suchá, normálně dlouhé trvání sněhové pokrývky	krátká s mírným jarem a podzimem
MT3	krátké, mírné až mírně chladné, mírně vlhké, suché až mírně suché	normálně dlouhá, mírná až mírně chladná, suchá až mírně suchá, normální až krátké trvání sněhové pokrývky	normální až dlouhá, mírné jaro, mírný podzim
MT7	normálně dlouhé, mírné, mírně suché	normálně dlouhá, mírně teplá, suchá až mírně suchá, krátké trvání sněhové pokrývky	krátká, mírné jaro, mírně teplý podzim
MT10	dlouhé, teplé, mírně suché	krátká, mírně teplá, velmi suchá, velmi krátké trvání sněhové pokrývky	krátká, mírně teplé jaro, mírně teplý podzim

Charakteristiky převládajících klimatických oblastí povodí Odry jsou následující:

- v dílčím povodí Opavy převládá v jeho východní části chladná oblast CH7, ve střední části je zastoupena klimatická mírně teplá oblast MT3 a v západní části převážně mírně teplá oblast MT7,
- v dílčím povodí Odry převládají mírně teplé oblasti MT10, v západní MT3 a MT7 a v jihozápadní části MT2,
- v dílčím povodí Ostravice je v jeho severní části zastoupena klimatická mírně teplá oblast MT10, ve střední mírně teplá oblast MT2 a v jižní části chladná oblast CH4,
- v dílčím povodí Olše se střídají směrem po toku mírně teplé oblasti MT7, MT9 a MT10 (www.povry.cz).

V důsledku mírně převládajícího západního proudění větrů a orientace hřebene beskydského masívu ve směru severovýchod - jihozápad patří Beskydy k nejbohatším oblastem státu z hlediska srážkového úhrnu. Nejvydatnější srážky v povodí Odry má Lysá hora s dlouhodobým průměrem 1565 mm. Vrcholová oblast Hrubého Jeseníku má srážkový úhrn 1300 mm. Nejnižší srážky má okolí Krnova. V území oblasti Hlučín - Opava - Krnov se projevují vlivy dešťového stínu na závětrné straně Jeseníků (Brosch, 2005).

3.3 Hydrografické a hydrologické poměry

Čísla hydrologických pořadí Odry na našem území jsou následující (www.env.cz):

- povodí Odry po Opavu: 2 – 01 – 01,
- povodí Odry od Opavy po Ostravici: 2 – 02 – 04,
- povodí Odry od Ostravice po Olši: 2 – 03 – 02,
- povodí Ostravice: 2 – 03 – 01.



Obr. 2: Hydrologická mapka povodí Odry (převzato z: www.pod.cz)

Celková délka toku je 861km, odvodňuje plochu povodí 118 600 km² a průměrný odtok u ústí do Štětínského zálivu Baltského moře dosahuje 610 m³s⁻¹. Plocha povodí Odry pod Olší, kde se uzavírá povodí horního toku Odry na území České republiky, měří 5 809 km², z toho se na území České republiky nachází 5 209 km², což je téměř 7 % státního území. Průměrný průtok v tomto profilu činí 55,8 m³s⁻¹, dosahuje 9,2 % průtoku Odry u ústí, a to z 4,9 % Odrou odvodňovaného území. Povodí horní Odry má na území České republiky dvě hydrologicky specifické části - rozsáhlejší jesenickou část povodí a menší část

beskydskou (Kříž, 1997). Přehled základních hydrologických charakteristik dílčích povodí hlavních toků říčního systému Odry na území ČR je uveden v Tab. 2.

Tab.2: Základní hydrologické charakteristiky říční sítě Odry (Vlček, 1984)

Parametr hlavního toku	Povodí Olše	Povodí Ostravice	Povodí Odry	Povodí Opavy	Říční síť Odry
Plocha [km ²]	1 120	826,8	5 209	2 088,8	5 826
Délka toku [km]	72,1 / 83,5*)	64	131,4	122	-
Hustota říční sítě [km·km ⁻¹]					1,02
Spád [m]	544	646	436	330	-
Sklon [‰]	7,5	9,9	3,3	2,7	-
Roční odtok z povodí [mil·m ³]					1 761
Prům. roční průtok v ústí [m ³ ·s ⁻¹]	12,5	14,23	55,8	15,01	55,8 / 610 **)
M - denní průtoky [m ³ ·s ⁻¹]					
Q ₃₆₄	1,0	1,24	5,77	1,8	5,77
Q ₃₅₅	1,63	1,9	7,65	2,28	7,65
Q ₂₃₀	2,63	2,73	10,86	2,94	10,86
Q ₂₇₀	4,26	4,78	18,96	4,85	18,96
Q ₁₈₀	7,0	8,09	32,7	8,8	32,7
N - leté průtoky [m ³ ·s ⁻¹]					
Q ₁	182	205	573	127	573
Q ₅	379	502	1 171	250	1 171
Q ₁₀	457	641	1 431	310	1 431
Q ₅₀	625	965	2 040	478	2 040
Q ₁₀₀	700	1 115	2 305	555	2 305
Lesnatost [%]	30	50	30	40	30
Údolní nádrže - počet	1	5	0	0	8

Vysvětlivky:

*) Celková délka toku Olše včetně území Polska

**) Ústí Odry do Baltského moře

Odra spolu s hlavními přítoky, levostrannou Opavou s Moravicí (z jesenické části) a pravostrannou Ostravicí a Olší (z části beskydské) vytváří kostru hydrografické sítě, sbíhající se v Ostravské pánvi. Celková hustota vodní sítě povodí Odry činí $1,02 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$ a převyšuje hustotu toků v povodí Labe i Moravy (povodí Moravy $0,84 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$, povodí Labe $0,66 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$). V rámci povodí je největší hustota toků v Moravskoslezských Beskydech - v povodí horního toku Ostravice. V říční síti povodí horní Odry po státní hranici je 220 toků s plochou povodí větší než 5 km^2 , z toho 87,3% toků má plochu povodí do 50 km^2 , 94,1 % do 100 km^2 , 98,6% do 500 km^2 , takže výrazně převažují toky poměrně malé (Kříž, 2004).

Povodí Odry má vzhledem ke svému hlavnímu toku mírně nesymetrický tvar. Převažující tvar vytváří povodí jesenických přítoků, pravostranná část tvoří pouze 35,1 % rozlohy jeho území. Celkový tvar povodí má vějířovitý charakter (Brosch, 2005).

Největším levostranným přítokem Odry jak již bylo řečeno je řeka Opava, která je co do délky toku i plochy povodí větší řekou než Odra nad soutokem s Opavou a dosahuje i vyššího průměrného průtoku. Pravostranné přítoky Ostravice a Olše jsou sice menší, ale jsou značně vodné a mají tak výrazný vliv na hydrologický režim Odry. Průměrný průtok Odry pod Olší dosahuje $55,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Představuje 9,15 % průtoku Odry u ústí, a to z 5 % odvodňovaného území. Odra pod soutokem s Olší odvádí ročně celkově $1761 \text{ mil} \cdot \text{m}^3$ vody, což představuje průměrně 38 % srážek z povodí (Brosch, 2005).

Mezi vodnostmi beskydských toků proti jesenickým - Odře a Opavě je podstatný rozdíl. Beskydské toky jsou vodnější, jesenické toky mají nižší průtoky. Specifickou vlastností beskydských toků je rozkolísanost průtoků, která je charakterizována poměrem mezi extrémními povodňovými a minimálními průtoky. Největší rozkolísanost průtoku se objevuje na řece Ostravici, kde 100letý kulminační průtok převyšuje minimální pozorovaný průtok 6038 krát. Rozdílnost charakteru jesenické a beskydské oblasti se projevuje i v povaze výskytu povodňových průtoků. Na Opavě převažují jarní povodně z tání sněhu v kombinaci s výskytem srážek, na Ostravici a Olši převládají povodně letní (Brosch, 2005).

3.4 Charakteristika vodních toků

3.4.1 Odra

Řeka Odra náleží k důležitým evropským tokům, a to jak z hydrologického, tak i z hospodářského hlediska. Odra pramení v Oderských vrších, jižní okrajové části Nízkého Jeseníku, z několika pramenišť v nadmořské výšce 632 m u obce Kozlov a opouští naši republiku v nejnižším místě celého povodí (při soutoku Odry s Olší) v nadmořské výšce 195 m. Celková délka toku měří 861 km, odvodňuje plochu povodí 118600 km² a průměrný odtok u ústí do Štětínského zálivu Baltského moře dosahuje 610 m³.s⁻¹. Plocha povodí Odry pod Olší, kde se uzavírá povodí horního toku Odry na území ČR, měří 5809 km², z toho se na území ČR nachází 5209 km², což je téměř 7 % státního území. Průměrný průtok v tomto profilu činí 55,8 m³.s⁻¹, dosahuje 9,15 % průtoku Odry u ústí, a to z 4,9 % Odrou odvodňovaného území (Kříž, 1997).

Povodí horní Odry má na území ČR dvě hydrologicky specifické části - rozsáhlejší jesenickou část povodí a menší část beskydskou. Od pramene směrem k místu, kde Odra opouští naši republiku, zaústěje do Odry velké množství přítoků, odvodňující obě části povodí - Budišovka, Luha, Jičínka, Husí potok, Sedlnice, Bílovka, Lubina, Ondřejnice, Opava, Ostravice a Olše (Kříž, 1997).

3.4.2 Ostravice

Řeka Ostravice vzniká soutokem Bílé a Černé Ostravice u Starých Hamrů ve výšce 521 m n. m. Bílá Ostravice pramení od vrcholu Vysoká ve výšce 625 m n.m. Černá Ostravice pramení 0,8 km jz. od Sulova ve výšce 850 m n.m. Plocha povodí Ostravice je 826,8 km², délka toku činí 65,1 km, přičemž kilometráž je počítána k prameni Bílé Ostravice. Ostravice ústí zprava do Odry v Ostravě - Hrušově ve výšce 204 m n. m. Průměrný průtok u ústí dosahuje 14,23 m³.s⁻¹ (Matýsková, 2001).

V horní části toku se nachází chráněný přírodní výtvar „Koryto Ostravice“. V ř. km 45,7 km je vybudována přehradní hráz vodárenské nádrže Šance, která je vybudována k zásobování obyvatelstva pitnou vodou (Matýsková, 2001).

U Frýdlantu nad Ostravicí ústí zleva do Ostravice Čeladénka v 390 m n. m. (ř. km 39,7 km), která pramení na severních svazích Kladnaté ve výšce 780 m n. m. Plocha povodí Čeladénky je 43,2 km², délka toku je 16,9 km a průměrný průtok u ústí je 1,08 m³s⁻¹ (Matýsková, 2001).

Dalším z hlavních přítoků Ostravice je řeka Morávka. Ta pramení pod Súlovem ve výšce 880 m n. m. a ústí zprava do Ostravice u Frýdku - Místku v 293 m n. m. v ř. km 25,2. Plocha povodí Morávky činí 149,3 km², délka toku 30,9 km a průměrný průtok u ústí je 3,73 m³s⁻¹. Na tomto vodním toku je vybudována vodárenská nádrž Morávka (Matýsková, 2001).

Třetím hlavním přítokem je řeka Olešná pramenící na SZ svazích Solarky ve výšce 565 m n. m. Ústí zprava do Ostravice u Paskova v 249 m n. m. v ř. km 15,2. Plocha povodí 59,3 km², délka toku 21,4 km a prům. průtok u ústí je 0,88 m³s⁻¹. Na toku se nachází vodní nádrž Olešná (Matýsková, 2001).

Čtvrtým a posledním přítokem je řeka Lučina. Pramení na SZ svazích Prašivé ve výšce 580 m n. m. Ústí zprava do Ostravice v Ostravě v 205 m n. m. v ř. km 4,55. Plocha povodí činí 197,1 km², Délka toku je 37,3 km a průměrný průtok u ústí je 2,39 m³s⁻¹. Na toku se nachází přehradní nádrž Žermanice, která slouží k zásobování průmyslu vodou (Matýsková, 2001).

3.4.3 Opava

Vzniká soutokem Černé a Střední Opavy ve Vrbně pod Pradědem ve výšce 540 m n. m., délka toku je 118,6 km, plocha povodí činí 2 088,8 km², průměrný průtok v ústí do Odry v jejím ř. km 16,2 v Ostravě, v nadmořské výšce 210 m n. m, je 15,01 m³s⁻¹ (Lojkásek, 2003).

K důležitým levostranným přítokům řeky Opavy patří řeka Opavice. Ta pramení na JZ svazích Příčného vrchu ve výšce 850 m n. m. Ústí zleva do Opavy v Krnově

v 311 m n. m., délka toků 35,7 km, plocha povodí je 195,4 km². Průměrný průtok u ústí dosahuje 1,33 m³s⁻¹. Je to významný vodohospodářský vodní tok, pstruhová voda je po celé délce (Lojkásek, 2003).

Nejvýznamnějším přítokem Opavy je Moravice, která pramení na JV svahu Vysoké hole ve výšce 1170 m n. m. a ústí zprava do Opavy ve výšce 240 m n. m. Délka toku 105,1 km, plocha povodí 901,1 km², průměrný průtok u ústí dosahuje 6,43 m³s⁻¹ (Divišová, 2004). Na řece Moravici, jsou dvě významné vodní nádrže Kružberk (286 ha) a Slezská Harta (943 ha), které podstatným způsobem ovlivňují průtoky v Opavě a Odře. Za zmínku stojí skutečnost, že na soutoku s Odrou je Opava větší řekou, a to jak plochou povodí, tak průměrným průtokem (v profilu nad Opavou má Odra plochu povodí 1616,329 km² a průtok 12,7 m³s⁻¹). Lesnatost povodí Opavy v horní části dosahuje hodnot nad 80 %, v průměru činí 40 % (Lojkásek, 2003).

3.4.4 Olše

Řeka Olše o délce údolí 83 km je druhým nejvýznamnějším přítokem Odry z pravé beskydské strany povodí. Pramení v polské části Beskyd nad horskou obcí Istebná ve výšce kolem 860 m n.m. Asi 16 km od pramene překračuje státní hranici a pokračuje územím České republiky. Ve dvou úsecích o celkové délce 24,6 km tvoří Olše tzv. mokré hranice s Polskem (Brosch, 2005). Celková plocha povodí Olše měří 1120 km², z toho na území Polska se nachází přibližně 445 km² (asi 44 % povodí Olše), průměrný průtok v ústí do Odry u Kopytova v nadmořské výšce 196 m je 15,36 m³s⁻¹ (Kříž, 2004).

U Jablunkova ústí zleva do Olše řeka Lomná. Ta pramení v Beskydech na svazích vrcholu Burkov v nadmořské výšce 980 m. V profilu ústí ve výšce 380 m n.m má celkovou plochu povodí 70,6 km², délku toku 17,3 km a průměrný roční průtok 1,49 m³s⁻¹ (Lojkásek, 2003).

Dalším významným levobřežním přítokem je řeka Stonávka, která pramení v Beskydech na svazích vrcholu Čupel v nadmořské výšce 750 m. V profilu ústí do Olše u Karviné v nadmořské výšce 220 m má plochu povodí 131,3 km², délku

toku 33,7 km a průměrný roční průtok $1,47 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. V ř. km 11,8 je vybudována hráz vodní nádrže Těrlicko o ploše 267,6 ha a celkovém objemu $27,2 \text{ mil}\cdot\text{m}^3$ (Lojkásek, 2003).

K významným pravostranným přítokům náleží říčka Petrůvka. Ta pramení v Polsku u obce Zamarski v nadmořské výšce 360 m. Do Olše ústí u Dětmarovic ve výšce 210 m n. m. V profilu ústí do Olše má tok délku 30,8 km, plochu povodí $153,5 \text{ km}^2$ a průměrný roční průtok $1,25 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. V trati od Českého Těšína po Karvinou a od Dětmarovic po soutok s Odrou tvoří Olše státní hranici s Polskem. Průměrná lesnatost povodí je 30 %, přičemž nejvyšší průměrné zalesnění 70 % vykazuje Lomná (Lojkásek, 2003).

4. ICHTYOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA VODNÍCH TOKŮ

Podkladem pro zpracování ichtyologické charakteristiky vybraných vodních toků byla práce Lojkáska (2003), v níž jsou uvedeny výsledky elektrodolovů ryb ve vodních tocích severní Moravy a Slezska v letech 1996 - 2003. Rybí osídlení příslušných vodních toků je zde charakterizováno podle rozčlenění podélného profilu. Klasifikace společenstev ryb uvedených toků je provedena na základě početnosti populací zjištěných druhů ryb.

4.1 Odra č.h.p. 2-01-01-028

Od pramenné oblasti v ř. km 128 po soutok s Budišovkou v ř. km 101,3 km je ichtyocenóza tvořena rybím společenstvem pstruhového pásma s vyskytujícími se druhy: pstruh obecný, lipan podhorní, střevle potoční, vranka pruhoploutvá. Hodnotami dominance početnosti i biomasy v tomto úseku převažuje pstruh obecný.

V navazující části toku po profil jezu v Jakubčovicích 88,180 je druhové složení ichtyocenózy obohaceno o výskyt vranky obecné a jelce proudníka. Významně početnější je populace lipana podhorního. Podíl lipana podhorního v biomase společenstva se v některých lokalitách vyrovnává se pstruhem obecným.

Úsek přibližně ohraničený profilem mostu silnice Bělotín - Mankovice a jezem v ř. km 88,180, který byl před úpravami toku osídlen společenstvem lipanového pásma, je nyní přechodnou zónou mezi společenstvem lipanového a parmového pásma. V dané trase byl potvrzen výskyt mihule potoční a 13 druhů ryb: pstruh obecný, lipan podhorní, střevle potoční, jelec tloušť, jelec proudník, plotice obecná, parma obecná, hrouzek obecný, střevlička východní, mřenka mramorovaná, okoun říční, vranka obecná, úhoř říční.

V horní části úseku výrazně převažují pstruh obecný a lipan podhorní, zároveň se začínají prosazovat zástupci reofilních druhů mimopstruhových vod, zejména jelec proudník. Nejvyšší podíl v obou kvantitativních parametrech (nad 20 %)

v daném úseku mají jelec proudník, jelec tloušť a v nejvýše položené části lipan podhorní.

V trase toku ohraničené profilem státní hranice s Polskem po hranice CHKO Poodří v Mankovicích je rybí společenstvo Odry tvořeno druhy parmového pásma, s prokázaným výskytem všech klíčových druhů ryb daného typu společenstva. V daném profilu byl zjištěn výskyt celkem 22 níže uvedených druhů ryb: pstruh obecný, lipan podhorní, štika obecná, stěvle potoční, jelec tloušť, jelec proudník, ouklejka pruhovaná, ouklej obecná, parma obecná, ostroretka stěhovavá, plotice obecná, kapr obecný, karas stříbřitý, amur bílý, stěvlička východní, hrouzek obecný, bolen dravý, mřenka mramorovaná, úhoř říční, candát obecný, okoun říční, vranka obecná.

Podíl reofilních druhů na odhadnutých hodnotách početnosti dosahuje 25 - 70 %, přičemž trvale nejvyšší zastoupení má jelec tloušť. Nejvyšší relativní zastoupení v celkové biomase vykazují klíčové druhy jelec tloušť (15 - 45 %), parma obecná (5 - 42 %) a ostroretka stěhovavá (6 - 38 %).

V rámci této trasy, v úseku ohraničeném ústím Opavy a Ostravice, bylo zjištěno rybí osídlení společenstvem parmového a cejnového pásma. Vysoké hodnoty dominance biomasy dosahují jelec tloušť a plotice obecná. V prostoru hlubokých a několik set metrů dlouhých jezových zdrží, je zaznamenáván trvalý výskyt cejna velkého a kapra obecného.

V trase Odry od soutoku s Ostravicí po profil státní hranice, kde řeka v mnohých ohledech nabývá přirozenější charakter, bylo zjištěno rybí společenstvo parmového pásma. Výzkumnými odlovy byl zjištěn výskyt 12 druhů ryb: stěvle potoční, jelec tloušť, jelec proudník, ouklej obecná, parma obecná, ostroretka stěhovavá, plotice obecná, karas stříbřitý, stěvlička východní, hrouzek obecný, mřenka mramorovaná a okoun říční.

Ve většině zkoumaných lokalit největší část biomasy tvoří jelec tloušť. V daném případě jde o uměle vyvolané střídání typů ichtyocenóz, kdy přirozené společenstvo parmového pásma navazuje na sekundárně vzniklé (výstavbou jezu)

a výše položené společenstvo cejnového pásma. Rybí společenstvo cejnového pásma je vytvořeno jen lokálně v prostoru jezových zdrží (nadjezí), dvou nejnižše položených jezů na řece Odře.

Z přehledu zjištěných údajů je patrné, že rybí osídlení Odry lze v podélném profilu rozčlenit na tři pásma, přičemž v lipanovém a parmovém pásmu dochází k uvedenému střídání úseků s rozdílnými typy rybích společenstev.

- Pstruhové pásmo od pramenů po ústí Budišovky v délce cca 30 km a průměrném sklonu 8,4 ‰, se společenstvem typu *Salmo* (23 % délky toku na území ČR).
- Původní lipanové pásmo v délce 23 km v trase vymezené přibližně ústím Budišovky a jezem v Mankovicích v ř. km 75,3 o průměrném sklonu 5,3 ‰, se současně se vyskytujícím přechodným společenstvem od typu *Salmo* - *Thymallus* v úseku ohraničeném přibližně ústím Budišovky a jezem Jakubčovice (km 88,18), úsek v ř. km 88,18 - 75,3 k typu *Barbus* - *Chondrostoma* (17,5 % délky toku na území ČR).
- Parmové pásmo o délce cca 79 km, vymezeném přibližně ř. km 75,3 - -3,900 * o průměrném sklonu 0,8 ‰ (se zónou přechodného pásma mezi parmovým a sekundárně cejnovým pásmem v trase vymezené ústím Opavy a Ostravice) o průměrném sklonu 1,1 ‰ (60 % délky toku na území ČR).

(* záporná kilometráž je uvedena vzhledem k možnému napřímení a zkrácení toku v rámci dosud nevyloučené možnosti splavnění Odry)

4.2 Ostravice č.h.p. 2-03-01-007

Rybí osídlení obou zdrojnic Ostravice, Černé Ostravice a Bílé Ostravice, je tvořeno společenstvem typu *Salmo* se třemi původními druhy ryb: pstruh obecný, lipan podhorní, vranka pruhoploutvá.

Relativní početnost pstruha obecného a vranky pruhoploutvé je vyrovnaná a pohybuje se přibližně kolem 50 %. Podíl lipana podhorního v tamním společenstvu je zanedbatelný (do obou toků je vysazován nepravidelně v malém množství v rámci rybářského hospodaření, při odlovech byl zjištěn ojediněle).

Od soutoku Černé Ostravice s Bílou Ostravicí po konec vzdutí VN Šance (cca 2 km) je ichtyocenóza během letních měsíců obohacena o druhy plotice obecná, jelec tloušť, okoun říční, které tam migrují z nádrže Šance.

V trase od hráze VN Šance v ř. km 45,7 po ústí Čeladénky v ř. km 38,0 je rybí společenstvo tvořeno druhy: pstruh obecný, pstruh duhový, vranka pruhoploutvá, lipan podhorní, ojediněle střevle potoční a mřenka mramorovaná.

Pstruh duhový a lipan podhorní jsou vysazováni v rámci rybářského obhospodařování toku, přičemž lipan se tam výjimečně i přirozeně rozmnožuje. Podíl pstruha obecného na obou kvantitativních parametrech je více než 90 %, podíl lipana podhorního činí zhruba 4 - 5 %.

V trati vymezené ř. km 38 až 25,65 (jez v Místku nad soutokem s Morávkou) významně vzrůstá druhová pestrost rybího osídlení, které je typu *Salmo - Thymallus*. V daném úseku byl výzkumnými odlovy potvrzen výskyt 9 druhů ryb: pstruh obecný, pstruh duhový, lipan podhorní, střevle potoční, jelec tloušť, mřenka mramorovaná, vranka pruhoploutvá, vranka obecná, úhoř říční a mihule potoční.

Ve společenstvu mezi klíčovými druhy pokračuje převaha pstruha obecného, která představuje 20 - 25 % v početnosti a 35 - 75 % v biomase. Dominance početnosti lipana je poměrně nízká s hodnotami 1 - 6 %, u biomasy pak 4 - 23 %.

Od jezu v ř. km 25,65 po ústí Olešné v Paskově se v Ostravici vyskytuje rybí společenstvo typu *Barbus - Chondrostoma* s poměrně hojným výskytem lipana a dalších druhů ryb. V úseku byl během výzkumu potvrzen výskyt 11 druhů ryb: pstruh obecný, lipan podhorní, střevle potoční, jelec tloušť, parma obecná, plotice obecná, hrouzek obecný, mřenka mramorovaná, úhoř říční, vranka obecná, vranka pruhoploutvá.

Jez v ř. km 25,6 je migrační bariérou. Pod tímto stupněm byla výzkumem potvrzena nejvýše položená lokalita výskytu parmy obecné v Ostravici.

V ichthyocenóze tohoto úseku Ostravice dosahuje nejvyšších hodnot dominance početnosti parma obecná (35 - 55 %) a jelec tloušť (12 - 42 %). Rovněž v relativních hodnotách biomasy silně převažují parma obecná (46 - 73 %) a jelec tloušť (22 - 35 %).

Zhruba od ústí Olešné v po soutok s Odrou se lipan a pstruh vyskytují ojediněle a ichthyocenóza má druhovou skladbu parmového pásma. Zjištěna však byla i nepřírozená lokální společenstva s výskytem druhů typických pro podhorská i nížinná pásma.

Během výzkumů byl potvrzen výskyt 20 druhů ryb: pstruh obecný, lipan podhorní, štika obecná, stěvle potoční, jelec tloušť, jelec proudník, parma obecná, ostroretka stěhovavá, plotice obecná, kapr obecný, cejn velký, střevlička východní, hrouzek obecný, bolen dravý, mřenka mramorovaná, úhoř říční, candát obecný, okoun říční, vranka obecná, vranka pruhoploutvá.

V horní části úseku do ř. km 4,6 výrazně převažuje jelec tloušť, s relativním podílem na biomase 40 - 60 % a parma obecná, jejíž relativní zastoupení v ichthyomase je do 20 %.

V centru města Ostravy diverzita i biomasa rybí obsádky toku silně kolísají v závislosti na způsobu jeho úpravy. V úseku od soutoku s Lučinou po ústí do Odry se již výrazněji uplatňují i druhy typické pro nížinné úseky řek, zvláště plotice obecná a okoun říční. Nejvyšší podíl v celkové biomase byl zjištěn u jelce tlouště (40 - 60 %).

Z přehledu zjištěných údajů je patrné, že rybí osídlení Ostravice je v podélném profilu rozděleno do tří pásem s příslušnými typy společenstev.

- Pstruhové pásmo od pramenů zdrojnic po konec vzdutí VN Šance v ř. km 52 v délce cca 15 km o sklonu 11 ‰, v němž vysokých hodnot dominance početnosti a biomasy dosahují klíčové druhy ryb společenstva typu *Salmo* (23,1 % délky toku).
- Pstruhové pásmo v trase o délce 7,7 km vymezené hrází VN Šance v ř. km 45,7 a ústím Čeladénky v ř. km 38 o sklonu 8,5 ‰, přičemž spodní část

v délce 3 km je sekundárním pstruhovým pásmem v trase bývalého lipanového pásma. V úseku převládají druhy společenstva typu *Salmo* (11,8 % délky toku).

- Lipanové pásmo v délce 13 km, vymezené ř. km 38 - 25,65 o průměrném sklonu 7,1 ‰, se společenstvem typu *Salmo* - *Thymallus* (20% délky toku).
- Parmové pásmo v délce 25,65 km, vymezené ř. km. 25,65 - 0,0 o průměrném sklonu 3,6 ‰, se společenstvem typu *Barbus* - *Chondrostoma* (39,4 % délky toku).

4.3 Olše č.h.p. 2-03-03-001

Od hraničního profilu v Bukovci v ř. km 71,5 po soutok s Lomnou v ř. km 64,0 je Olše osídlena společenstvem typu *Salmo*. V ichtyocenóze byl prokázán výskyt mihule potoční a 5 druhů ryb: pstruh obecný, lipan podhorní, střevle potoční, mřenka mramorovaná, vranka pruhoploutvá.

V daném úseku byl zjištěn výskyt populací střevle potoční. V biomase ichtyocenózy významně převažuje pstruh obecný. Nepočetnější populace střevle potoční byly zjištěny pod profilem státní hranice s Polskem, kde pstruh obecný není uměle vysazován a jeho migracím z níže položených úseků brání spádový stupeň.

V trati od ústí Lomné po profil horního stupně v Třinci (ř.km 51,18) se vedle pstruha obecného výrazně prosazuje lipan podhorní, v nejnižší položeném úseku pod Bystřicí nad Olší rovněž jelec tloušť, ostroretka stěhovavá a parma obecná.

V rybím společenstvu, které svou charakteristikou odpovídá typu *Salmo* - *Thymallus*, byl potvrzen výskyt mihule potoční a 11 druhů ryb: pstruh obecný, lipan podhorní, střevle potoční, jelec tloušť, jelec proudník, plotice obecná, parma obecná, ostroretka stěhovavá, hrouzek obecný, mřenka mramorovaná vranka pruhoploutvá.

V ichtyocenóze tohoto úseku Ostravice dosahuje nejvyšších hodnot dominance se podílí pstruh obecný (8 - 32 %), lipan podhorní (11 - 21 %) a jelec tloušť

(11 - 20 %). V úseku nad silničním mostem silnice Třinec - Jablunkov tvořila významnou část biomasy parma obecná (21 %). V tomto hodnoceném úseku Olše byla při výzkumných odlovech zjištěna jedna z nejpočetnějších, přirozeně se rozmnožujících populací lipana podhorního v povodí Odry.

Od ř. km 51,18 po soutok Olše s Odrou byly zaznamenány zásadní změny ve struktuře rybího osídlení.

Zjištěná druhová struktura ichtyocenózy odpovídá typu *Barbus* - *Chondrostoma*. V tomto úseku byl výzkumem potvrzen výskyt 21 níže uvedených druhů ryb: pstruh obecný, lipan podhorní, štika obecná, střevle potoční, jelec tloušť, jelec proudník, ouklej obecná, ouklejka pruhovaná, parma obecná, ostroretka stěhovavá, plotice obecná, lín obecný, kapr obecný, karas stříbřitý, střevlička východní, hrouzek obecný, bolen dravý, mřenka mramorovaná, úhoř říční, candát obecný, okoun říční.

Druhová skladba rybího společenstva v uvedené trase se nemění přirozeně s původním spádovým gradientem. V souvislosti s existencí několika rozsáhlých jezových zdrží v trase toku od ř. km 48, směrem po proudu, lokálně významně roste podíl nížinných druhů ryb, zejména plotice obecné. Na celkové početnosti ichtyocenóz úseku má v průměru největší podíl parma obecná (6 - 60 %) a jelec tloušť (14 - 35 %). V biomase je podíl obou jmenovaných druhů rovněž nejvyšší, vyšších hodnot však dosahuje jelec tloušť (15 - 70 %). Výskyt dalšího klíčového druhu ostroretky stěhovavé byl zaznamenán v celém úseku, avšak v relativně nízkých počtech.

Z uvedeného přehledu získaných dat je zřejmé, že Olši lze z hlediska rybího osídlení rozdělit v podélném profilu do tří pásem.

- Pstruhové pásmo v délce 8 km, ohraničené státní hranicí s Polskem a ústím Lomné, s průměrným sklonem 10,2 ‰, v němž vysokých hodnot dominance početnosti a biomasy dosahují klíčové druhy ryb společenstva typu *Salmo*. (11,1 % délky toku na území ČR).

- Lipanové pásmo v délce 13 km, vymezené ř. km 64 - 51,18 o průměrném sklonu 4,8‰ s převažujícími druhy rybního společenstva typu *Salmo - Thymallus*, (18 % délky toku na území ČR).
- Parmové pásmo v délce 51 km vymezené ř. km 51,18 - 0,0 o sklonu 2,7 - 1,3 ‰, v němž kvantitativními parametry převažují reofilní druhy ryb, charakteristické pro společenstvo typu *Barbus - Chondrostoma* (70,8 % délky toku na území ČR).

4.4 Opava č.h.p. 2-02-01-118

Řeka Opava má tři zdrojnice: Bílou Opavu, Střední Opavu a Černou Opavu. Tyto bystřiny jsou až po soutok ve Vrbně pod Pradědem osídleny rybním společenstvem pstruhového pásma. Ichtyocenóza je tvořena druhy pstruh obecný (95 %) a vranka pruhoploutvá (5 %).

Od soutoku zdrojnic Opavy ve Vrbně pod Pradědem, a zvláště od jezu v ř. km 105 po soutok s Opavicí ve městě Krnov se v Opavě vyskytuje rybní společenstvo lipanového pásma. Výzkumem byl v tomto úseku zaznamenán výskyt velmi početných populací mihule potoční a 8 druhů ryb: pstruh obecný, lipan podhorní, plotice obecná, jelec tloušť, střevle potoční, mřenka mramorovaná, vranka obecná a vranka pruhoploutvá.

Podíl klíčových druhů společenstva na početnosti je v podélném profilu řeky proměnlivý v závislosti na hloubce vody a úkrytových možnostech. U pstruha obecného bylo zjištěno zastoupení 19 - 76 % , lipan se na početnosti podílel 5 - 30 %.

Významnější výskyt kaprovitých ryb v Opavě nastává od soutoku s řekou Opavicí v Krnově. Výzkumnými odlovy bylo zjištěno, že parma obecná a ostroretka stěhovavá se vyskytují až po ústí Opavy do Odry v katastru Ostrava - Třebovice. V trase toku obývaném rybním společenstvem parmového pásma, o celkové délce cca 70 km, byl zjištěn výskyt 16 druhů ryb: pstruh obecný, lipan podhorní, štika obecná, střevle potoční, jelec tloušť, jelec proudník, parma obecná,

ostroretka stěhovavá, plotice obecná, karas stříbřitý, střevlička východní, cejn velký, hrouzek obecný, mřenka mramorovaná, úhoř říční, okoun říční.

Z klíčových druhů bylo zjištěno vysoké relativní zastoupení tlouště (12 - 48 %). U parmy obecné a ostroretky stěhovavé byl zjištěn pouze lokální výskyt, přičemž podíl na celkové početnosti v lovených úsecích činil shodně 2 - 7 %.

Zjištěný podíl parmy obecné a ostroretky stěhovavé u obou druhů kolísal v rozmezí 3 - 8 %, u jelce tlouště představoval 53 - 70 % a u jelce proudníka 1 - 15 %.

Z přehledu je patrné, že rybí společenstvo Opavy lze na základě dosavadních výsledků výzkumů rozčlenit v podélném profilu do tří pásem s rozdílnými typy společenstev ryb.

- Pstruhové pásmo v délce 13 km od pramenů po Vrbno pod Pradědem v ř. km 105 se sklonem 7,1 ‰, s vyskytujícím se společenstvem typu *Salmo* (11 % délky toku).
- Lipanové pásmo o délce 33 km v trase vymezené jezem v ř. km 105 a soutokem s Opavicí pod Krnovem o průměrném sklonu 4,2 ‰, se společenstvem typu *Salmo* - *Thymallus* (28 % délky toku).
- Parmové pásmo v trase o délce 72 km od soutoku Opavice s Opavou po ústí Opavy do Odry v Ostravě - Třebovicích s průměrným sklonem 1,5 ‰ (61 % délky toku) (Lojkásek, 2003).

5. METODIKA

V této kapitole jsou uvedeny vysvětlivky klíčových slov a postup při získávání dat.

Hlavními zdroji nepublikovaných informací byl státní podnik Povodí Odry a Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Středisko Ostrava. Posouzení perspektivy obnovy říčního kontinua bylo provedeno na základě Akčního plánu MŽP ČR a Plánu oblasti povodí Odry.

Z nepublikovaných informací státního podniku Povodí Odry jsem vybral příčné objekty s výškou nad 0,5 m, které se významným způsobem podílejí na fragmentaci vodního prostředí a poté jsem provedl výpočet koeficientu migrační prostupnosti. Index migrační prostupnosti M byl vypočítán jako podíl délky hodnocené trasy toku (km) k počtu neprostupných migračních překážek.

Definice pojmů

Migrační prostupnost - příčného objektu pro ryby je definována jako stav, při kterém je daný objekt obousměrně překonatelný i pro nejméně zdatné plavce příslušného rybího společenstva (Lojkásek, 2003).

Rybí přechod - je umělá stavba na vodním toku, která má za úkol zajistit rybám jejich přirozený pohyb při migraci. Přechody se staví jako součást jiných vodních děl na toku (jezy, spádové objekty, plavební komory), které by samy o sobě tok přehradily bez možnosti průchodu ryb (Lojkásek, 2003).

Jez - je stavba umístěná v říčním korytě, jejímž účelem je vzdouvat vodní hladinu na požadovanou úroveň tak, aby bylo možné zabezpečení různých vodohospodářských potřeb (Čihák, Medřický, 2001).

Pevný jez - příčná stavba, která se buduje na celou šířku vodního toku, vzdouvají hladinu svým vlastním tělesem různého tvaru a provedení (Čihák, Medřický, 2001).

Spádový stupeň - příčný objekt v korytě toku, který vytváří skok v niveletě dna vyšší než 300 mm, stupni se zmenšuje podélný sklon dna (Čihák, Medřický, 2001).

Malé vodní elektrárny - hydroenergetická díla s instalovaným výkonem $P < 10$ MW (Bednář, 1984).

Pro rybí společenstva pstruhového, lipanového a parmového pásma jsou postupně použita označení *Salmo*, *Salmo – Thymallus* a *Barbus – Chondrostoma*. V říční síti horního toku Odry označení znamená konstantní výskyt níže uvedených druhů ryb (Lojkásek, 2003).

Typ *Salmo*: pstruh obecný, vranka pruhoploutvá.

Typ *Salmo - Thymallus*: pstruh obecný, lipan podhorní, jelec tloušť, střevle potoční, mřenka mramorovaná.

Typ *Barbus - Chondrostoma*: parma obecná, ostroretka stěhovavá, jelec tloušť, jelec proudník, hrouzek obecný, mřenka mramorovaná, plotice obecná.

6. VÝSLEDKY

Během své práce jsem zjišťoval informace o aktuálním stavu vodních děl v hlavních tocích zájmového území a jejich významu z ekologického hlediska. Zjistil jsem, že většina úprav podélného profilu toků a výstavba příčných objektů dosud skutečně slouží k ochraně území a osídlení před velkými průtoky vody a zásobení obyvatelstva, průmyslu a zemědělství vodou.

V návaznosti na příčné objekty však existuje řada zařízení, využívající energetický potenciál vodních toků k výrobě elektrické energie.

6.1 Seznam malých vodních elektráren v povodí Odry

V povodí Odry se malé vodní elektrárny nacházejí u jezů, stupňů a na náhonech, a to na vodních tocích ve správě Povodí Odry, s.p. Provozovateli těchto MVE jsou jak právnické, tak fyzické osoby. Celkem je ve sledovaných hlavních tocích povodí Odry 35 MVE, z toho jich bylo vybudováno: 9 na Odře, 7 na Ostravici, 15 na Opavě a 4 na Olši. Celkový instalovaný výkon činí cca 4, 746 MW. Tab. 3 ukazuje rozmístění jednotlivých MVE v tocích včetně jejich výkonů a počtu zdrojů.

Tab. 3: Seznam MVE v povodí Odry (www.eru.cz)

Název toku	Lokalizace	Staničení [km]	Výkon [MW]	Počet zdrojů
Odra	Přívaz I, II	11.824	0.049	2
Odra	Lhotka	14.940	0.628	2
Odra	Svinov - Dubí	20.361	0.020	2
Odra	Studénka	47.070	0.050	2
Odra	Bartošovice	50.750	0.030	1
Odra	Bernartice	68.850	0.015	1
Odra	Jeseník nad Odrou	75.595	0.074	2
Odra	Mankovice	78.405	0.120	3
Ostravice	Ostravice Kunčice	8.160	0.260	2
Ostravice	Vítkovice - rozestavěná	8.765	0,220	2
Ostravice	Ostravice Hrabová	12.010	0.055	1
Ostravice	Sviadnov	22.570	0.060	2
Ostravice	Frýdlant	33.573	0.070	2
Ostravice	Nová Dědina	37.200	0.070	2
Ostravice	Šance	45.770	1.030	2
Opava	Jilešovice	10.720	0,174	2
Opava	Smolkov I	18.996	0.030	1
Opava	Smolkov II	18.996	0.044	2
Opava	Lhota u Opavy	22.000	0.055	1
Opava	Štítina	28.450	0.110	2
Opava	Komárov-Hoštice	32.190	0.022	2
Opava	vojenský splav	39.480	0,060	2
Opava	Palhanec	40.895	0.080	1
Opava	Papírový mlýn	66.540	0.125	1
Opava	Krnov "u kina Mír"	70.860	0,059	2
Opava	Krnov Kostelec	74.000	0.034	2
Opava	Brantice	78.340	0.125	1
Opava	Zátor	83.620	0.020	1
Opava	Nové Heřminovy	85.800	0.040	2
Opava	Vrbno p. Pradědem	108.110	0.030	1
Olše	Zpupná Lhota – zkušební provoz	34.720	0.270	3
Olše	Třinec - Koňská	43.680	0.362	2
Olše	Třinec	47.900	0.355	3
Olše	Jablunkov	62.915	0.050	3

6.2 Seznam spádových a vzdouvacích objektů

Ve sledovaných hlavních tocích povodí Odry bylo vybudováno celkem 99 příčných objektů o výšce nad 0,5 m, způsobujících fragmentaci vodního prostředí. Z tohoto počtu je na Odře aktuálně 15 objektů (9 jezů a 6 spádových stupňů bez odběru vody z nadjezí). Všechny uvedené objekty jsou příčinou narušení vodního kontinua a vodní tok v dané trase o délce 131,4 km fragmentují na migračně nespojité úseky. Koeficient migrační prostupnosti řeky Odry v hodnocené trase má

přibližnou hodnotu 9,4. To znamená, že průměrně dlouhý úsek toku, který je pro migrující ryby průchodný má délku 9,4 km.

Na Ostravici je aktuálně vybudováno 20 objektů (9 jezů, 9 spádových stupňů, 1 kamenný práh a 1 přehradní hráz VN Šance), z nichž 13 objektů je absolutně nepropustných a 7 selektivních pro ryby. Jedná se především o betonové jezy a spádové objekty vysoké nad 1,5 m, způsobující absolutní migrační bariéru. Účelem uvedených objektů je zejména stabilizace toku a odběr vody pro různé účely. Koeficient migrační prostupnosti pro ryby vzhledem k absolutním migračním bariérám v trase o délce 64 km má přibližnou hodnotu 4,9. To znamená, že průměrně dlouhý úsek toku, který je pro migrující ryby průchodný má délku 4,9 km.

Ve sledovaném úseku vodního toku Opavy bylo vystavěno celkem 33 objektů (24 jezů, 9 spádových stupňů) o výšce nad 0,5 m podílející se na fragmentaci vodního prostředí. Jedná se především o pevné jezy a spádové objekty, které byly vybudovány za účelem využití vodní energie k. Z těchto objektů bylo celkově 29 absolutně nepropustných pro společenstvo ryb v protiproudním směru a 4 objekty selektivně propustné pro adultní rybí jedince. Koeficient migrační prostupnosti řeky Opavy v hodnocené trase o délce 118,6 km má přibližnou hodnotu 4,1. To znamená, že průměrně dlouhý úsek toku, který je pro migrující ryby průchodný má délku 4,1 km.

Ve sledovaném úseku vodního toku Olše bylo postaveno celkem 31 příčných objektů způsobující migrační bariéru pro ryby (10 jezů, 20 spádových stupňů a 1 kamenný práh), z nichž 29 objektů je absolutně nepropustných a 2 objekty tvoří selektivní bariéru pro ryby. Jezy a stupně byly postaveny především za účelem stabilizace toku. Koeficient migrační prostupnosti řeky Olše v hodnocené trase o délce 73,4 km má přibližnou hodnotu 2,5. To znamená, že průměrně dlouhý úsek toku, který je pro migrující ryby průchodný má délku 2,5 km.

Technické parametry spádových a vzdouvacích objektů nad 0,5 m (nepublikované materiály státního podniku Povodí Odry), které se podílejí

významným způsobem na fragmentaci vodního prostředí, jsou přehledně uvedeny v příloze č.1 .

6.3 Návrh zprostupnění příčných objektů

Na základě konzultací s Lojkáskem a poznatků z práce Hanela a Luska (2005) a TNV 75 2321 pro rybí přechody, jsem dospěl k zjištění, že na současné úrovni poznání je zřejmé, že zprůchodnění existujících migračních bariér je možné několika způsoby:

1. výstavbou obtokového koryta (bypassů),
2. přestavbou stupně na balvanitý nebo komůrkový skluz,
3. dostavbou balvanité migrační rampy,
4. postavením komůrkového nebo štěrbínového rybího přechodu.

První tři uvedené způsoby řešení prostupnosti, které jsou svým charakterem přírodě blízké, jsou vždy preferovány.

Obtokové koryto (obtokový kanál)

Je nejvhodnějším řešením pro obnovu či zajištění prostupnosti vyšších příčných objektů s výškou nad 1 m. U pevných jezů je výhodné použít rybí přechody, umístěné v korytě toku, u pohyblivých konstrukcí je nutné hledat řešení pomocí obtokových kanálů (bypassů) Tento typ rybího přechodu probíhá mimo vlastní vzdouvací objekt. Bypass je schopen vytvořit vhodné stanovištní podmínky pro trvalý život ryb a dalších vodních organismů. Součástí bypassů mohou být tůňe jako odpočinkové zóny, střídající se s krátkými proudy, nebo mohou mít bypassy v místech větších sklonů kamenné prahy či balvanité skluzy. Obtokové koryto však vyžaduje vhodné pozemky v okolí stupně pro vedení trasy kanálu, jenž může být poměrně dlouhý vzhledem k nutnosti dosažení vhodného sklonu. Charakter obtokového koryta musí odpovídat nebo se blížit charakteru přírodního koryta (tůňe a brody) a musí vyhovovat podmínce zachování průtoku pro udržení stanovené minimální výšky hladiny. Doporučené základní požadavky na obtokové koryto sloužící jako migrační zařízení v tocích:

- Příčný profil nemá být prizmatický, sklon svahu se doporučuje 1:0,7 až 1:0,8.
- Je nutné zvážit možnost využití starých koryt toku apod.
- Dodržování maximální drsnosti dna i sousedních břehů a tím i diverzity proudění, vytvořit zrnitou, hrubou vrstvou dnového substrátu o dostatečné mocnosti.
- Ukotvením větších kamenů svisle do dna vytvářet tůň, rozdíl hladin tůní max. 15 cm - 20 cm, hloubky tůní nejméně 0,3 m u pstruhových (v případě lososa větší) a 0,5 u mimopstruhových - výšky kamenů v příčné řadě je účelné výškově "rozházet".
- Preferovat přírodní balvanitý materiál před ostrohranným lomovým kamenem, který může poškodit migrující rybu, upevnit a stabilizovat kameny proti posuvu (je nutno kameny kotvit - každý samostatně).
- Střední rychlost proudění by měla dosahovat $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, rychlost by neměla překročit $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, místa s nejmenší rychlostí (nejčastěji u dna) s ideální rychlostí $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, rozšířením tělesa, meandrováním lze snížit rychlost.
- Profil dna musí zabezpečovat rozdílnou rychlost proudící vody a vytvoření proudových stínů, dno nemá být nepřerušovaně zpevněné.
- Vábící proud ve vstupu do obtokového koryta musí být pro ryby atraktivní místem zaústění.
- Spodní zaústění - vstup do obtokového koryta musí být z podstupňového vývaru, nebo bezprostředně pod migrační bariérou. Výstup v horní vodě musí zabezpečovat bezproblémové opuštění prostoru migrujícími živočichy.
- Obtokové koryto delší než 10 m má mít v trase vybudována odpočinková místa ve formě tůň.
- Sklon obtokového koryta má být maximálně 1:20 a méně.
- Šířka obtokového koryta ve dně pro toky do šířky 5 m minimálně 0,6 m, pro širší toky přiměřeně větší, tak aby vyhovovaly požadavku zabezpečení minimální výšky hladiny.

- Výška vodního sloupce musí vyhovovat typu biocenózy (zejména požadavkům rybí složky); pro toky parmového pásma má být $h > 0,60$ m.

Skluz

Dalšími typy přírodě blízkými rybími přechody jsou balvanité skluzy a rampy. Rozdíl mezi nimi je v šířce stavby - skluzy zasahují do koryta přes celou šířku toku, zatímco rampy zpravidla do šířky 1/3 toku. Skluzy je dále vhodnější použít u nižších staveb, běžně do 2 m. Také tento typ rybího přechodu může vytvářet vhodný biotop pro některé druhy.

Balvanitý skluz

Pro zaručení funkčnosti skluzu jako migračního zařízení je nutné dodržení níže uvedených doporučení a podmínek:

- Pro dodržení výšky vodního sloupce ve skluzu a pro soustředění malých průtoků by přelivná hrana skluzu měla být mušlovitého tvaru.
- V podélném směru je důležité, aby vyskládané kameny dosáhly výškové kóty přelivné hrany tak, aby migrující živočichové mohli plynule vystoupit do horní vody.
- Pod balvanitým skluzem se doporučuje zařadit tůň pro utlumení kinetické energie vodního proudu.
- Volba sklonu tělesa skluzu je závislá na typu ichtyocenózy, přičemž pro parmové pásmo středních a dolních úseků řek se doporučuje maximální sklon 1:15 - 1:20.

Příklad funkčního balvanitého skluzu je znázorněn na Obr. 3.



Obr. 3: Migračně prostupný balvanitý skluz na Ostravici v ř. km 40,610 Foto B. Lojkásek

Balvanitá rampa

Pro toky s šířkou příčného profilu nad 5 m jsou balvanité migrační rampy často nejvhodnějším typem migračního zařízení v urbanizované krajině.

Jejich funkčnost z hlediska požadavku státní správy, tj. migrační prostupnost pro vodní živočichy, je však podmíněna dodržením níže uvedených doporučení pro jejich konstrukční řešení:

- Sklon rampy je závislý na druhové skladbě živočichů, kteří jej budou využívat k migraci, v lipanovém a parmovém pásmu 1:15 - 1:20 a menší, přičemž spád řeší překonání výškového rozdílu nivelety dna v podjezí (vývar) a nadjezí.
- Největší rychlost proudění u dna by neměla překročit $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- Střední rychlost proudění vody je optimální ve výši $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- Vyskládané kameny musí být ve dně uloženy do betonu, přičemž příčné řady kamenů mají vytvářet tůňky s klidovými prostory.

- Do prostoru mezi kotvené kameny se volně uloží kopané autochtonní kameny z navazujícího koryta tak, aby dno získalo přirozený charakter.
- Výška vodního sloupce musí vyhovovat typu biocenózy (zejména požadavkům rybí složky); pro toky parmového pásma má být $h > 0,60$ m.
- Nástup do migrační rampy ze spodní vody v ideálním případě začíná na kótě dna vývaru v profilu přelivné hrany.
- Výstup do horní vody v nadjezí je plynulý a přechází v místě snížené nivelety do rostlého dna.
- Šířka migrační rampy vychází z hydrotechnických výpočtů při respektování limitních hodnot rychlosti proudu, minimální výšky vodního sloupce, průměrných průtokových poměrech a průtoku při $Q\ 330$ d.

Realizace migrační rampy s kamennými přehrážkami tohoto typu migračního zařízení je patrné z Obr. 4.



Obr. 4: Výstavba migrační rampy s kamennými přehrážkami v Pernštejně na Ohři (převzato z: publikace Revitalizace vodního prostředí, AOPK, Praha, 2003.)

Štěrbínový rybí přechod

Technická řešení rybích přechodů jsou někdy nezbytná, a to především v případech, kdy nelze zvolit některý z přírodně blízkých typů. Dochází k tomu především v případech, kdy je rybí přechod součástí složité konstrukce vodního díla, v intravilánu a podobně. Dnes je na základě nejnovějších poznatků za nejvýhodnější technický typ rybího přechodu považován štěrbinový rybí přechod. Jedná se o nakloněný žlab rozčleněný vestavěnými příčkami nebo výstupy různého tvaru. Doporučené základní požadavky na štěrbinový rybí přechod sloužící jako migrační zařízení v tocích:

- Podélný sklon je obvykle 10 - 15 %.
- Vhodné je zdrsnění dna kamenným substrátem.
- Hloubka v komorách min. 0,8 m; odpočívací nádržky min. po 4 m délky; délka každé komory min. 3 m
- Rozdíl hladin mezi po sobě jdoucími bazénky je 30 cm pro dospělé lososy a 20 cm pro ostatní ryby.

Komůrkový rybí přechod

Velmi rozšířeným technickým typem je také komůrkový rybí přechod. Hlavními nevýhodami komůrkového rybího přechodu oproti štěrbinovému jsou změny proudění při kolísání průtoku a snadné zanášení komůrek splaveninami. Pro technické typy rybích přechodů je velmi důležité dodržení správných parametrů, jinak je funkčnost částečně nebo zcela omezena. Jeho základní parametry jsou:

- Sklon 10 % (1:10).
- Šířka komůrek minimálně 1,5 - 2 m.
- Délka minimálně 2,5 - 3 m.
- Minimální hloubka vody v komůrce 1,2 m.

- Rozdíl hladin mezi jednotlivými komůrkami je pro sladkovodní dospělé ryby 20 cm.
- Rozměry výřezů v přepážkách 30 x 30 cm.
- Při změně sklonu 1:10 na 1:20 dojde ke snížení maximálních rychlostí o 15 - 25 %.
- Celý přechod lze obložit kamenem pro zvýšení drsnosti koryta, tím se sníží rychlost proudění vody a vytvoří vhodné podmínky průchodnosti z hlediska vodních organismů (Hanel, Lusk, 2005).

6.4 Perspektiva obnovy říčního kontinua v povodí Odry

Plánování v oblasti vod je novým nástrojem, který byl ustanoven zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách, jako reakce na požadavky evropského práva (zejména Rámcová směrnice o vodách – 2000/60/ES). Od 1.1.2010 se z něj bude vycházet při plánování ekologické péče o vodní prostředí a hospodaření s vodou. Hlavním smyslem pořizování Plánů oblastí povodí Odry je dosažení environmentálních cílů, mezi které patří zejména zlepšení kvality vody povrchových i podzemních vod a zlepšení hydromorfologického stavu našich potoků a řek (Povodí Odry, s.p., 2006).

Na základě Státního programu ochrany přírody a krajiny ČR byl v roce 2000 schválen ministerstvy životního prostředí a zemědělství Akční plán výstavby rybích přechodů pro roky 2000 - 2010. Do něj byly zařazeny dvě oblasti povodí Labe a Moravy. Samozřejmě je účelné zprůchodňovat i další vodní toky. V Moravskoslezském kraji je možné hovořit o regionálních prioritách, které by měly zohledňovat úseky toků s výskytem významných populací reofilních druhů ryb (Just a kol., 2005).

Potřeba prioritního zprůchodnění se projevuje zejména na dolních tratích páteřních toků povodí Odry. Na řece Odře mají nejvyšší prioritu zprůchodnění jezy v upraveném úseku přes Ostravu (Přívaz v ř. km 11,824; v Ostrava - Lhotka v ř. km 14, 945 a Ostrava - Zábřeh v ř. km 20,400 - viz Obr. 5, 6, 7), dva stupně

na dolní Olši (Věřňovice v ř. km 7,496 a 8,570) a jeden jez na Opavě (Ostrava - Třebovice v ř. km 1,410 - viz Obr. 8). Poněkud nižší priorita se přikládá potřebě řešit tři stupně jako migrační bariéry na řece Ostravici v dolní regulované trati v Ostravě - Vítkovicích v ř. km 7,550; 8,160 a 8,765. Otázka průchodnosti uvedených úseků řek je v oblasti povodí horního toku Odry prioritou, která navazuje na řešení téhož problému v antropogenně silně ovlivněném úseku Odry na území Polska (Povodí Odry, s.p., 2006).

Jedná se o nejnižše položené úseky říční sítě Odry, které po zprůchodnění uvedených jezů vytvoří nad profilem státní hranice bezbariérovou zónu o celkové délce toků více než 65 km. V této části říční sítě bude zabezpečena kontinuita vodního prostředí a možnost oboustranné migrace ryb mezi dolními úseky Odry, Olše, Ostravice a Opavy.

Samostatným okruhem opatření na úseku zlepšení celkového ekologického stavu vod, a zejména pak zlepšení morfologické stránky koryt vodních toků, jsou revitalizace těchto toků a zprůchodnění migračních překážek na nich pro organizmy vázané na vodu, především pro ryby. V rámci toho je do r. 2012 plánováno odstranit celkem 9 migračních překážek na páteřních tocích oblasti povodí Odry za cca 167 mil. Kč, po roce 2015 je navrhováno odstranění 3 migračních bariér na vodním toku Ostravice. Výčet pro obě období udávají tabelární přehledy (Povodí Odry, s.p., 2006).

Tab. 4: Plánované odstranění migračních překážek do r. 2012

Název toku	Lokalizace	Staničení toku [km]	Správce toku	Řešení problému	Náklady v mil. Kč
Odra	Ostrava Zábřeh	20,4	Pod*)	migrační překážka na vodním toku	30
Odra	Polanka n/O	22.3;22.7;23.1	Pod	migrační překážka na vodním toku	15
Opava	Třebovice	1,4	Pod	migrační překážka na vodním toku	25
Odra	Ostrava Lhotka	14,9	Pod	migrační překážka na vodním toku	26
Odra	Ostrava Přívoz	11,8	Pod	migrační překážka na vodním toku	26
Olše	Věřňovice, Koukolná	7.5 a 15.8	Pod	migrační překážka na vodním toku	45

*) Povodí Odry, s.p.

Tab. 5: Plánované odstranění migračních překážek po r. 2015

Název toku	Lokalizace	Staničení toku [km]	Správce toku	Řešení problému
Ostravice	Ostrava Kunčice	7,5	Pod	migrační překážka na vodním toku
Ostravice	Ostrava Kunčičky	8,1	Pod	migrační překážka na vodním toku
Ostravice	Ostrava Vítkovice	8,7	Pod	migrační překážka na vodním toku

Aktuálně připravované realizace rybích přechodů na zprůchodnění existujících jezů s nejvyšší prioritou.

V současnosti je Povodím Odry, s.p. připravována revitalizace dolních úseků zájmových vodních toků formou obnovy říčního kontinua. V rámci těchto prací byly zahájeny studie, případně provedena projektová příprava migračních zařízení pro vodní obratlovce u níže uvedených objektů.

- Odra** - jez Přívoz, ř. km 11,824 (kombinovaný rybí přechod)
- jez Lhotka, ř.km 14,945 (kombinovaný rybí přechod)
 - Jez Zábřeh, ř. km 20,400 (?)
- Olše** - stupeň Věřňovice, ř. km 7,496 (?)
- balvanitý skluz Věřňovice, ř. km 8,570
(rekonstrukce v migračně optimálních parametrech)
 - jez Koukolná ř. km 15,810
- Opava** - jez Třebovice, ř. km 1,410

Vodní stavby v uvedených profilech jsou v souladu se strategií migračního zpřístupnění vodních toků České republiky, kterou zpracovala AOPK ČR v roce 2008. Současně jsou tyto stavby zahrnuty v Plánu oblasti povodí Odry (2006).



Obr. 5: Pohyblivý jez Ostrava - Přívoz v ř. km 11,824; 2007

Foto: P. Bláha



Obr. 6: Pohyblivý jez Ostrava - Lhotka v ř. km: 14,945; 2007

Foto: P. Bláha



Obr. 7: Pevný jez Ostrava - Zábřeh v ř. km: 20,400; 2007

Foto: P. Bláha



Obr. 8: Pevný jez Ostrava - Třebovice v ř. km: 1,410; 2007

Foto: P. Bláha

7. DISKUZE

Ve sledovaných úsecích hlavních toků povodí Odry bylo vybudováno celkem 99 příčných objektů o výšce nad 0,5 m způsobujících fragmentaci vodního prostředí. Z tohoto počtu je na Odře aktuálně 15 objektů (9 jezů a 6 spádových stupňů). Na Ostravici je aktuálně vybudováno 20 objektů (9 jezů, 9 spádových stupňů, 1 kamenný práh a 1 přehradní hráz VN Šance). Na řece Opavě bylo vystavěno celkem 33 objektů (24 jezů, 9 spádových stupňů). Ve sledovaném úseku vodního toku Olše bylo postaveno celkem 31 příčných objektů (10 jezů, 20 spádových stupňů a 1 kamenný práh).

Všechny uvedené objekty jsou příčinou narušení vodního kontinua ve sledovaných úsecích vodních toků o celkové délce 387,4. Koeficient migrační prostupnosti dané části říční sítě má průměrnou hodnotu 4,5. To znamená, že průměrná délka úseku vodního toku, který je pro migrující ryby průchodný, činí 4,5 km.

Výsledky vlastních zjištění je možné porovnávat s jinými vodními toky v ČR. Z práce Justa a kol. (2005) je patrné, že ve vodním toku Labe na území České republiky o celkové délce 370,2 km existuje aktuálně 61 migračních bariér, koeficient migrační prostupnosti má přibližnou hodnotu 6,1. Pro další porovnání uvádím řeku Moravu, na níž se nachází 41 migračních překážek. Při celkové délce 272 km činí migrační koeficient 6,63. Ve vodním toku Dyje bylo vybudováno 17 migračních bariér v délce 305,6 km, migrační koeficient prostupnosti vzhledem k absolutním migračním bariérám má přibližnou hodnotu 17,9.

Ze srovnání je zřejmé, že hydrografická síť povodí Odry patří k nejvíce fragmentovaným v rámci České republiky. Ve vztahu k populacím ryb jde o nepříznivou skutečnost, která má přímou vazbu na industriální charakter území. Z území povodí Odry si nejpřirozenější charakter zachovává řeka Odra s koeficientem 9,4. V úsecích o délce více než 9 km se ve všech případech vyskytují různorodé habituální podmínky, které tam žijícím rybám umožňují jejich úspěšné rozmnožování a celoroční přežívání. Ze srovnání hodnot koeficientů

prostupnosti Odry a jejich přítoků je evidentní, že pouze samotný tok Odry svou ekologickou funkci migrační cesty plní, avšak pouze pro anadromní migranty.

V zájmovém území povodí Odry jsou vodní elektrárny situovány nejčastěji u jezů, stupňů a na vodních náhonech. Ve sledovaných tocích povodí Odry bylo vybudováno celkem 35 MVE. Z tohoto počtu je v provozu 9 na Odře, 7 na Ostravici, 15 na Opavě a 4 na Olši.

Celkový instalovaný výkon činí 4,746 MW. Z hlediska počtu lokalit jsou nejčastěji využívány vodní elektrárny s výkonem $P < 100$ kW pracujících do veřejných elektrizačních sítí vysokého i nízkého napětí. Investiční náklady následkem malých nároků na stavební práce jsou relativně nízké. Za jeden z hlavních ekologických přínosů MVE lze označit skutečnost, že každá kilowatthodina v nich vyrobená, ušetří přibližně 1,4 až 1,5 kg hnědého energetického uhlí v tepelné elektrárně. Nevýhodou MVE je vnikání ryb i ostatních vodních živočichů do turbín MVE. Existují určitá zařízení usměrňující a chránící migrující ryby i další vodní živočichy před pronikáním do technologických odběrů, ale žádné z nich není 100 % účinné. Poproudové migraci ryb v povodí Odry byla dosud věnována malá pozornost a ochrana ryb při průchodu profilem MVE je dosud nedostatečná.

8. ZÁVĚR

Původní přirozenou vlastností vodních toků byla jejich migrační prostupnost pro vodní živočichy. Ve vztahu k ichtyocenózám řeky zajišťovaly možnost všech typů migrací, zejména třecích migrací pro anadromní i potamodromní druhy.

Největší lidský zásah, který rozčlenil vodní prostředí na velké množství izolovaných segmentů a narušil tak říční kontinuum v celé industrializované části Evropy, byla výstavba příčných objektů za účelem změn spádových poměrů a pro vodohospodářské využití. Tatáž situace nastala i v průmyslové oblasti povodí řeky Odry.

Cílem této diplomové práce bylo podat přehled o MVE v povodí Odry, jejich technických parametrech a zhodnotit možné dopady jejich provozu na vodní obratlovce, zejména na ryby. Ze zjištění, ke kterým jsem během práce dospěl vyplynulo, že poproudová ochrana ryb je na nízké úrovni a může být příčinou poškozování a usmrcování jedinců rybích populací.

Zjistil jsem, že v hlavních sledovaných tocích povodí Odry bylo vybudováno celkem 99 příčných objektů nad 0,5 m, které se za průměrných a nízkých průtoků vody významně podílejí na fragmentaci vodního prostředí a zásadním způsobem ovlivňují migrační prostupnost této části hydrografické sítě České republiky. Následkem této situace je atypický výskyt druhového složení rybí obsádky v určitých úsecích sledované říční sítě. Návrat ryb do lokalit původního výskytu po jejich odplavení při vysokých průtocích vody je prakticky vyloučen. Těmito zásahy do říčního systému došlo k trvalému oddělení populací jednotlivých druhů ryb a může být příčinou významného snižování jejich vnitrodruhové diverzity.

Zprůchodnění existujících migračních bariér je možné několika možnými způsoby, z nichž jsou v současnosti nejvíce preferovány přírodě blízké rybí přechody - bypassy, balvanité nebo komůrkové skluzy a balvanité migrační rampy. V diplomové práci je naznačena perspektiva obnovy říčního kontinua v zájmové oblasti v kontextu s Akčním plánem Agentury ochrany přírody a krajiny České republiky a Plánem oblasti povodí Odry na následující období.

V rámci revitalizace říční sítě povodí Odry je plánováno do roku 2012 zprůchodnit 9 migračních překážek na páteřních tocích oblastí povodí Odry za 167 mil. Kč. Jedná se o migrační překážky s nejvyšší prioritou o zprůchodnění existujících jezů na Odře v Ostravě - Přívoze v ř. km 11,824 a v Ostravě - Lhotce v ř. km 14,945 a Ostravě - Zábřehu v ř. km 20,400 a vodního toku Opavy v Ostravě - Třebovicích v ř. km 1,410. Se stejnou prioritou dvou stupňů na dolní Olši ve Věřňovicích v ř. km 7,5 a 8,6 až po jez v Koukolné v ř. km 15,8.

Po odstranění uvedených bariér v dolních tocích povodí Odry bude zabezpečena kontinuita vodního prostředí, která vytvoří bezbariérovou zónu o celkové délce více než 65 km, což umožní oboustranné migrace ryb mezi dolními úseky Odry, Olše, Ostravice a Opavy.

Po roce 2015 je plánováno odstranění dalších 3 migračních bariér v řece Ostravici a to 2 spádových stupňů v Ostravě - Kunčičkách v ř. km 7,550, v Ostravě - Kunčicích v ř. km 8,160 a jezu v Ostravě - Vítkovicích v ř. km 8,765.

V současné době se jedná zejména o technický a finanční problém (čistota vody je téměř vyhovující).

V případě, že příčné překážky v uvedených tocích budou zprůchodňovány vhodnými typy rybích přechodů, které obnoví možnost přirozené migrace, lze v následujících letech očekávat nárůst druhové pestrosti ichtyocenóz. Z biologického hlediska jde zejména o populace původních ohrožených potamodromních druhů ryb a v delším horizontu i anadromního migranta lososa obecného. Z dlouhodobého hlediska lze vyslovit přesvědčení, že perspektiva obnovy říčního kontinua v úmoří Baltského moře na území severní Moravy a Slezska je příznivá.

9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ELEKTRONICKÝCH ZDROJŮ

Monografie

1. BEDNÁŘ, J. *Malé vodní elektrárny 2*. SNTL, Praha, 1989. 237 s.
2. BROSCH, O. *Povodí Odry*. Ostrava: ANAGRAM, 2005. 323 s.
3. ČÁSTEČKOVÁ, P. *Řeky a potoky v ČR*. Olomouc: ALDA, 1999. 317 s.
4. ČIHÁK, F., MEDŘICKÝ, V. *Hydrotechnické stavby 20. Navrhování jezů*. Praha: ČVUT, 2001. 154 s.
5. DIVIŠOVÁ, B. *Význam Opavy v územním systému ekologické stability*. Diplomová práce. Ostrava: Přírodovědecká fakulta v Ostravě, 2004. 70 s.
6. HANEL, L., LUSK, S. *Ryby a mihule České republiky*. ČSOP Vlašim, 2005. 448 s.
7. JUST, T. a kol. *Revitalizace vodního prostředí*. Praha : AOPK, 2003. 144 s.
8. JUST, T. a kol. *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. 3. ZO ČSOP Hořovicko společně s AOPK ČR a MŽP ČR, 2005. 359 s.
9. KŘÍŽ, V. *Fyzickogeografická charakteristika povodí horního toku řeky Odry na území České republiky*. In Sborník prací PŘF OU. Geografie - Geologie, 1997, sv. 167, č.5, s. 7-15.
10. KŘÍŽ, V. *Moravskoslezský kraj - klimatické a hydrologické poměry: (výzkumná zpráva č. 1/2004/KFGG)*. Ostrava: Ostravská univerzita, 2004. 43 s.
11. LOJKÁSEK, B., LUSK, S., MATÝSKOVÁ, B. *Rybí společenstvo, migrační prostupnost a čistota vody řeky Ostravice*. Časopis Slezského zemského muzea Opava (A), 2001, 50 (supl.): 51- 65.
12. LOJKÁSEK, B. *Ichtyologická charakteristika hlavních toků říční sítě povodí Odry a posouzení migrační prostupnosti spádových objektů ve vodních tocích ve správě Povodí Odry s.p.* Ostrava: Povodí Odry s.p., 2003. 105 s.

13. MATÝSKOVÁ, B. *Význam Ostravice v územním systému ekologické stability*. Diplomová práce. Ostrava: Přírodovědecká fakulta v Ostravě, 2001. 55 s.
14. POVODÍ ODRY, s.p. *Plánování v oblastí povodí Odry. Návrh předběžného přehledu významných problémů nakládání s vodami v oblasti povodí Odry*. Ostrava, 2006. 37 s.
15. QUITT, E. *Klimatické oblasti Československa*. Brno : ČAV - Geografický ústav Brno, 1971. 74 s.
16. TOMÁŇOVÁ, M. *Význam Odry v územním systému ekologické stability*. Diplomová práce. Ostrava: Přírodovědecká fakulta v Ostravě, 2001. 62 s.
17. VLČEK, V. *Vodní toky a nádrže. Zeměpisný lexikon ČSR*. Praha: Academia, 1984. 316 s.
18. ŽENATÝ, P., MANÍČEK, J., ZUBEK, L. *Povodí Odry*. Povodí Odry s.p. Ostrava: Povodí Odry, 1984. 109 s.
19. TNV 75 2321 - *Rybí přechody*. Praha, 1997.

Internetové zdroje

1. Návrh „PLÁNU OBLASTI POVODÍ ODRY“ [online]. 2008, poslední revize 30. 6. 2008. [cit. 2009-01-10]. Dostupné z: <www.poyry.cz/popodra>.
2. Povodí Odry, s.p. Oblast povodí Odry [online]. 2007. [cit. 2009-01-10]. Dostupné z:<http://www.pod.cz/planovani/cz/oblast_povodi_odry.html>.
3. Vyhláška č. 292/2002 Sb., Vyhláška Ministerstva zemědělství o oblastech povodí. [online]. 2008. [cit.2009-01-10]. Dostupné z: <<http://www.env.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/3678a50662db0125c1256cb40041557d?OpenDocument>>.
4. Princip fungování vodních elektráren [on line]. 2009. [cit. 2009-01-10]. Dostupné z: <<http://www.cez.cz/cs/energie-a-zivotni-prostredi/energie-z-obnovitelných-zdroju/voda/flash-model-jak-funguje-vodni-elektrarna.html>>.
5. Vodní elektrárny v ČR [on line]. 2009. [cit. 2009-01-10]. Dostupné z: <<http://www.vodni-tepelne-elektrarny.cz/vodni-elektrarny-cr.htm>>.

6. Energie vody [on line]. 2008, poslední revize 1. 2. 2008. [cit. 2009-03-03].
Dostupné z: <<http://www.eazk.cz/energie-vody/cs/>>.
7. Přehled údajů o licencích udělených ERÚ [on line]. 2008. [cit. 2009-03-03].
Dostupné z: <<http://licence.eru.cz/>>.

10. SEZNAMY

10.1 Seznam tabulek

Tab. 1: Charakteristika klimatických oblastí	23
Tab. 2: Základní hydrologické charakteristiky říční sítě Odry	26
Tab. 3: Seznam MVE v povodí Odry	44
Tab. 4: Plánované odstranění migračních překážek do r. 2012	54
Tab. 5: Plánované odstranění migračních překážek po r. 2015	54

10.2 Seznam obrázků

Obr. 1: Oblast povodí Odry.....	20
Obr. 2: Hydrologická mapa povodí Odry.....	25
Obr. 3: Migračně prostupný balvanitý skluz na Ostravici v ř. km 40,610 <i>Foto: B. Lojkásek.....</i>	49
Obr. 4: Výstavba migrační rampy s kamennými přehrážkami v Pernštejně na Ohři..	50
Obr. 5: Pohyblivý jez Ostrava - Přívoz v ř. km 11,824; 2007 <i>Foto: P. Bláha.....</i>	55
Obr. 6: Pohyblivý jez Ostrava - Lhotka v ř. km 14,945; 2007 <i>Foto: P. Bláha.....</i>	56
Obr. 7: Pevný jez Ostrava - Zábřeh v ř. km 20,400; 2007 <i>Foto: P. Bláha:.....</i>	56
Obr. 8: Pevný jez Ostrava - Třebovice v ř. km 1,410; 2007 <i>Foto: P. Bláha:</i>	57

10.3 Seznam příloh

Příloha č.1: Technické parametry spádových a vzdouvacích objektů

